

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



IPW

PTO/SB/21 (08-03)

Approved for use through 08/30/2003. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	10/709,197	
	Filing Date	04/20/2004	
	First Named Inventor	Ying-Yao Lin	
	Art Unit		
	Examiner Name		
Total Number of Pages in This Submission	3	Attorney Docket Number	REAP0028USA4

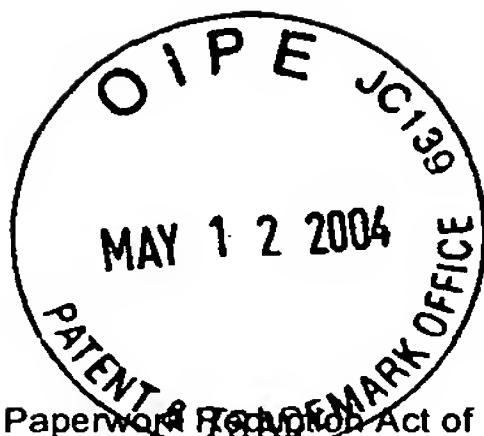
ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input checked="" type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance communication to Technology Center (TC) <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
Remarks		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT	
Firm or Individual name	Winston Hsu, Reg. No.: 41,526
Signature	<i>Winston Hsu</i>
Date	5/6/2004

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING			
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below.			
Typed or printed name			
Signature		Date	

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

PTO/SB/17 (10-03)
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

FEE TRANSMITTAL for FY 2004

Effective 10/01/2003. Patent fees are subject to annual revision.

☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27

TOTAL AMOUNT OF PAYMENT (\$ 0.00

Complete if Known

Application Number 10/709,197
Filing Date 04/20/2004
First Named Inventor Ying-Yao Lin
Examiner Name
Art Unit
Attorney Docket No. REAP0028USA4

METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit card ☐ Money Order ☐ Other ☐ None

☒ Deposit Account:

Deposit Account Number 50-0801
Deposit Account Name North America International Patent Office

The Director is authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☐ Credit any overpayments

☒ Charge any additional fee(s) or any underpayment of fee(s)

☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee to the above-identified deposit account.

FEE CALCULATION

1. BASIC FILING FEE

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1001	770	2001	385	Utility filing fee	
1002	340	2002	170	Design filing fee	
1003	530	2003	265	Plant filing fee	
1004	770	2004	385	Reissue filing fee	
1005	160	2005	80	Provisional filing fee	
SUBTOTAL (1)					(\$ 0.00

2. EXTRA CLAIM FEES FOR UTILITY AND REISSUE

Total Claims -20** = X =
Independent Claims - 3** = X =
Multiple Dependent =

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1202	18	2202	9	Claims in excess of 20	
1201	86	2201	43	Independent claims in excess of 3	
1203	290	2203	145	Multiple dependent claim, if not paid	
1204	86	2204	43	** Reissue independent claims over original patent	
1205	18	2205	9	** Reissue claims in excess of 20 and over original patent	
SUBTOTAL (2)					(\$ 0.00

**or number previously paid, if greater; For Reissues, see above

FEE CALCULATION (continued)

3. ADDITIONAL FEES

Large Entity		Small Entity		Fee Description	Fee Paid
Fee Code	Fee (\$)	Fee Code	Fee (\$)		
1051	130	2051	65	Surcharge - late filing fee or oath	
1052	50	2052	25	Surcharge - late provisional filing fee or cover sheet	
1053	130	1053	130	Non-English specification	
1812	2,520	1812	2,520	For filing a request for ex parte reexamination	
1804	920*	1804	920*	Requesting publication of SIR prior to Examiner action	
1805	1,840*	1805	1,840*	Requesting publication of SIR after Examiner action	
1251	110	2251	55	Extension for reply within first month	
1252	420	2252	210	Extension for reply within second month	
1253	950	2253	475	Extension for reply within third month	
1254	1,480	2254	740	Extension for reply within fourth month	
1255	2,010	2255	1,005	Extension for reply within fifth month	
1401	330	2401	165	Notice of Appeal	
1402	330	2402	165	Filing a brief in support of an appeal	
1403	290	2403	145	Request for oral hearing	
1451	1,510	1451	1,510	Petition to institute a public use proceeding	
1452	110	2452	55	Petition to revive - unavoidable	
1453	1,330	2453	665	Petition to revive - unintentional	
1501	1,330	2501	665	Utility issue fee (or reissue)	
1502	480	2502	240	Design issue fee	
1503	640	2503	320	Plant issue fee	
1460	130	1460	130	Petitions to the Commissioner	
1807	50	1807	50	Processing fee under 37 CFR 1.17(q)	
1806	180	1806	180	Submission of Information Disclosure Stmt	
8021	40	8021	40	Recording each patent assignment per property (times number of properties)	
1809	770	2809	385	Filing a submission after final rejection (37 CFR 1.129(a))	
1810	770	2810	385	For each additional invention to be examined (37 CFR 1.129(b))	
1801	770	2801	385	Request for Continued Examination (RCE)	
1802	900	1802	900	Request for expedited examination of a design application	

Other fee (specify) _____

*Reduced by Basic Filing Fee Paid

SUBTOTAL (3) (\$ 0.00

SUBMITTED BY

(Complete if applicable)

Name (Print/Type) Winston Hsu Registration No. 41,526 Telephone 886289237350
Signature *Winston Hsu* Date 5/6/2004

WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.

This collection of information is required by 37 CFR 1.17 and 1.27. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



PTO/SB/02B (11-00)
Approved for use through 10/31/2002. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

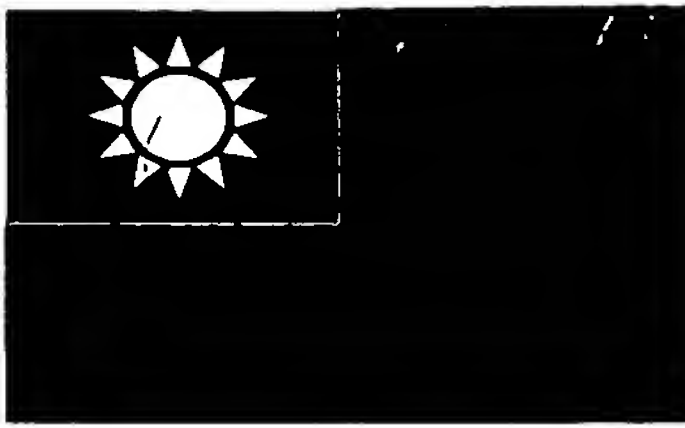
Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

DECLARATION — Supplemental Priority Data Sheet

Additional foreign applications:

Prior Foreign Application Number(s)	Country	Foreign Filing Date (MM/DD/YYYY)	Priority Not Claimed	Certified Copy Attached?	
				YES	NO
092127224	Taiwan R.O.C	10/01/2003	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Burden Hour Statement: This form is estimated to take 21 minutes to complete. Time will vary depending upon the needs of the individual case. Any comments on the amount of time you are required to complete this form should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 10 月 01 日
Application Date

申請案號：092127224
Application No.

申請人：瑞昱半導體股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 11 月 12 日
Issue Date

發文字號：09221141970
Serial No.

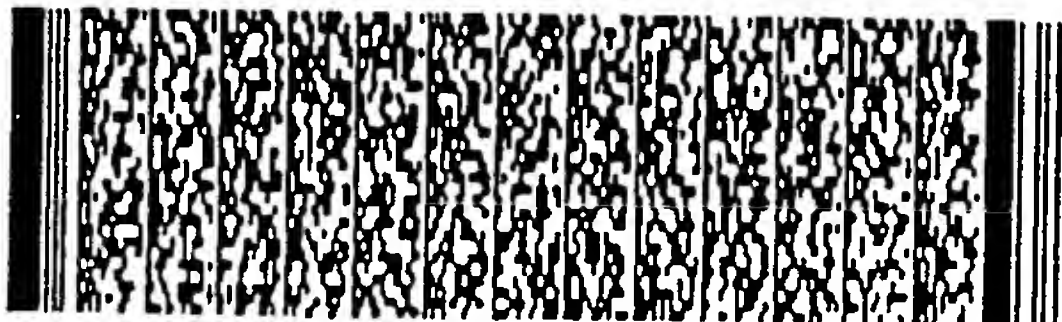
92A-0557W

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	指數增益型可變增益放大器
	英 文	LINEAR-IN-DECIBEL VARIABLE GAIN AMPLIFIER
二、 發明人 (共3人)	姓 名 (中文)	1. 林尹堯 2. 李朝政
	姓 名 (英文)	1. LIN, YING-YAO 2. LEE, CHAO-CHENG
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 宜蘭縣礁溪鄉六結村九十八號 2. 新竹市新竹科學園區湖濱路二十九號一樓
	住居所 (英 文)	1. No. 98, Liu-Chieh Tsun, Chiao-Hsi Hsiang, I-Lan Hsien, Taiwan, R.O.C. 2. 1F, No. 29, Ho-Bin Rd., Science Industrial Park, Hsin-Chu City,
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 瑞昱半導體股份有限公司
	名稱或 姓 名 (英文)	1. REALTEK SEMICONDUCTOR CORP.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 新竹縣新竹科學園區工業東九路二號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1. 2 Industry E. Rd. IX, Science-Based Industrial Park, Hsin-Chu Hsien, Taiwan, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 葉博任
	代表人 (英文)	1. YEH, PO-LEN

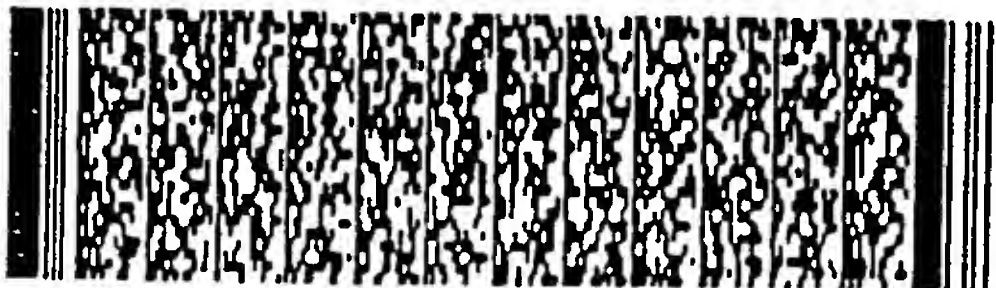


申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人 (共3人)	姓名 (中文)	3. 蘇東銘
	姓名 (英文)	3. SU, TUNG-MING
	國籍 (中英文)	3. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	3. 高雄縣湖內鄉中正路一段一四五巷二十四號
	住居所 (英文)	3. No. 24, Lane 145, Sec. 1, Chung-Cheng Rd., Hu-Nei Hsiang, Kao-Hsiung Hsien, Taiwan, R.O.C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	
	名稱或 姓名 (英文)	
	國籍 (中英文)	
	住居所 (營業所) (中文)	
	住居所 (營業所) (英文)	
	代表人 (中文)	
	代表人 (英文)	

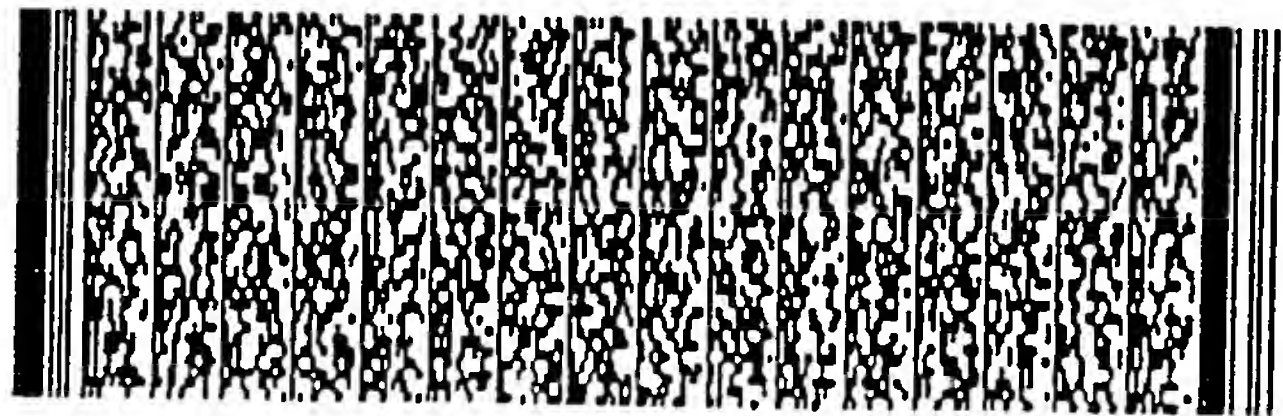


四、中文發明摘要 (發明名稱：指數增益型可變增益放大器)

一種指數增益型可變增益放大器，包含有：一放大級電路，用來依據一差動輸入電壓，輸出一輸出電壓；以及一增益控制電路，用來依據一第一控制電壓及一第二控制電壓輸出一增益控制電壓至該放大級電路，使得該指數增益型可變增益放大器之一電壓增益係反比於一簡單指數函數，該簡單指數函數之值係由該第一控制電壓及該第二控制電壓之差所決定，且該電壓增益係不受熱電壓變化所影響。

五、英文發明摘要 (發明名稱：LINEAR-IN-DECIBEL VARIABLE GAIN AMPLIFIER)

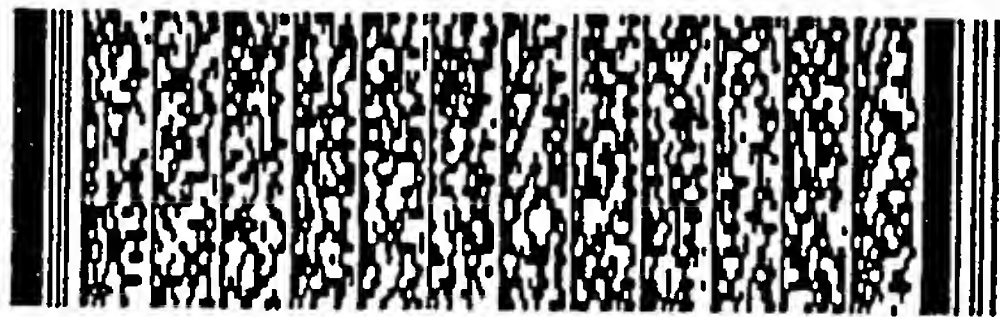
A linear-in-decibel variable gain amplifier comprises: an amplifying stage, for generating an output voltage according to a differential input voltage; and a gain-controlling stage, for outputting a gain-controlling voltage to the amplifying stage according to a first controlling voltage and a second controlling voltage. A voltage gain of the linear-in-decibel variable



四、中文發明摘要 (發明名稱：指數增益型可變增益放大器)

五、英文發明摘要 (發明名稱：LINEAR-IN-DECIBEL VARIABLE GAIN AMPLIFIER)

gain amplifier is inverse proportional to a simple exponential function, and the value of the simple exponential function is determined by the difference between the first controlling voltage and the second controlling voltage. The value of the voltage gain is irrelevant to the change of the thermal voltage.



六、指定代表圖

(一)、本案代表圖為：第 三 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

300 指數增益型可變增益放大器

302 可變增益放大器

304 增益控制電路



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



五、發明說明 (1)

【技術領域】

本發明係提供一種可變增益放大器，尤指一種指數增益型之可變增益放大器。

【先前技術】

近年來由於無限通訊系統的蓬勃發展，各種高頻寬、高靈敏度的收發機架構相繼的被提出。而為了提高系統的動態處理範圍以增加系統的靈敏度，常常會使用可變增益放大器 (Variable Gain Amplifier, VGA) 來作為處理動態增益控制的主要電路。而電壓增益對於控制電壓呈指數關係型的可變增益放大器，則是擁有最大動態範圍處理能力的架構。

請參考圖一，圖一為習知技術一可變增益放大器之電路圖。圖一是一個差動放大器 (differential amplifier) 的形式，因此只看半電路的部分即可得知整個電路的電壓增益，若不考慮相位的問題，則圖一中的電壓增益 (voltage gain) A_v 可以使用以下方程式來表示：

$$\text{方程式一： } A_v = V_{out}/V_{in} = K/[1+\exp(V_y/V_t)]$$

五、發明說明 (2)

其中 K 實質上為一定值。由方程式一可知，其電壓增益的值係由一差動形式的增益控制電壓 V_y 所決定。由於電壓增益 A_v 的分母部分並不是純指數函數，其中還帶有一個常數項 1 的存在，這個常數項 1 即造成了電壓增益 A_v 的相對於控制電壓 V_y 的關係不是真正的指數線性關係。

請參閱圖二，圖二為配合方程式一電壓增益相對於控制電壓之關係曲線圖。當 $V_y < V_t$ 時，電壓增益 A_v 並不會因為控制電壓 V_y 的變化而產生指數線性的變動，此時的電壓增益曲線會漸趨平緩，漸趨平緩的主要原因就是因為是在方程式中的分母部分具有一個常數項 1 的存在，而造成電壓增益 A_v 相對於控制電壓 V_y 不具有真正線性的指數關係曲線。

另外，由於方程式一中包含有熱電壓 V_t 這個項的存在，而熱電壓 V_t 係一個會隨著溫度變化而產生變動的變數，因此電壓增益 A_v 除了相對於控制電壓 V_y 不具有真正線性的指數關係曲線之外，還會受溫度變化的影響產生變動。

【內容】

因此本發明之主要目的在於提供一種電壓增益對於控制電壓呈單純指數關係，且不受熱電壓變化影響的可變增

五、發明說明 (3)

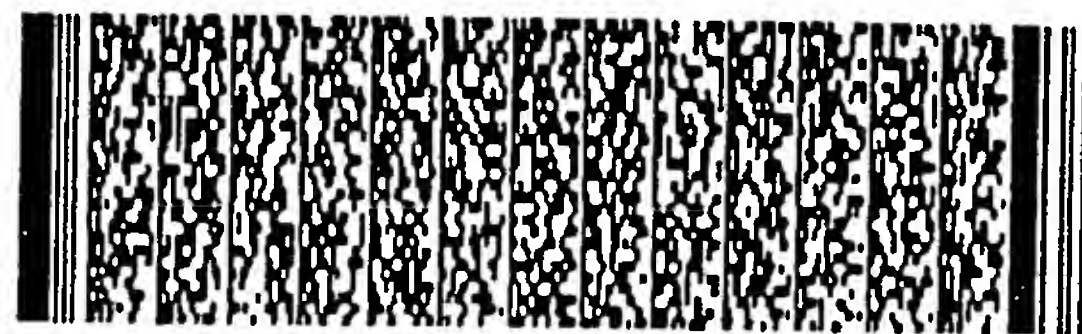
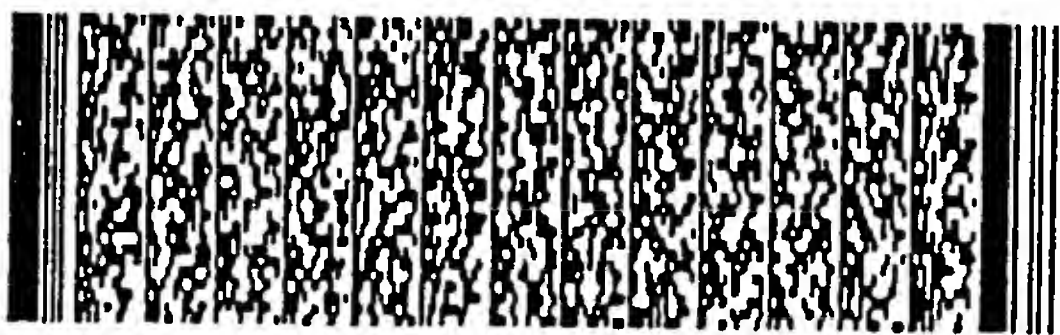
益 放 大 器 。

根據本發明之申請專利範圍，係揭露一種指數增益型可變增益放大器，包含有一放大級電路與一增益控制電路。該放大級電路係用來依據一差動輸入電壓，輸出一電壓；該增益控制電路則係用來依據一第一控制電壓及一第二控制電壓輸出，使該指數增益型可變增益放大器的輸出電壓反比於一簡單指數函數，其中該簡單指數函數之值係由該第一控制電壓與該第二控制電壓之差所決定。

依據本發明所提出實施例，該增益控制電路包含有一熱電壓正比電壓放大器，一轉導單元，一第一電流轉換單元，一第二電流轉換單元，以及一輸出單元。該增益控制電路可依據一第一控制電壓、一第二控制電壓，產生一增益控制電壓，藉以控制該放大級電路之一電壓增益。

【 實 施 方 法 】

請參閱圖三，圖三為依據本發明之實施例繪示之指數增益型可變增益放大器之電路方塊圖。指數增益型可變增益放大器 300 包含有：放大級電路 302，用以依據一增益控制電壓 V_c 來決定電壓增益，即輸入電壓 (V_{in}) 與輸出電



五、發明說明 (4)

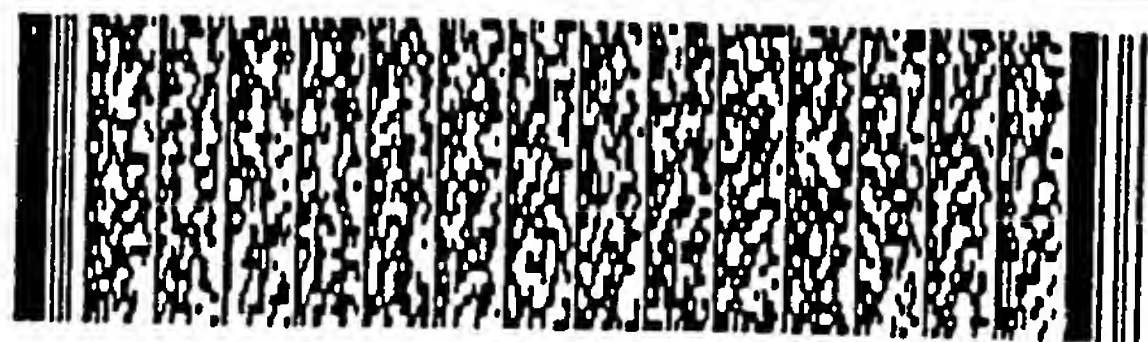
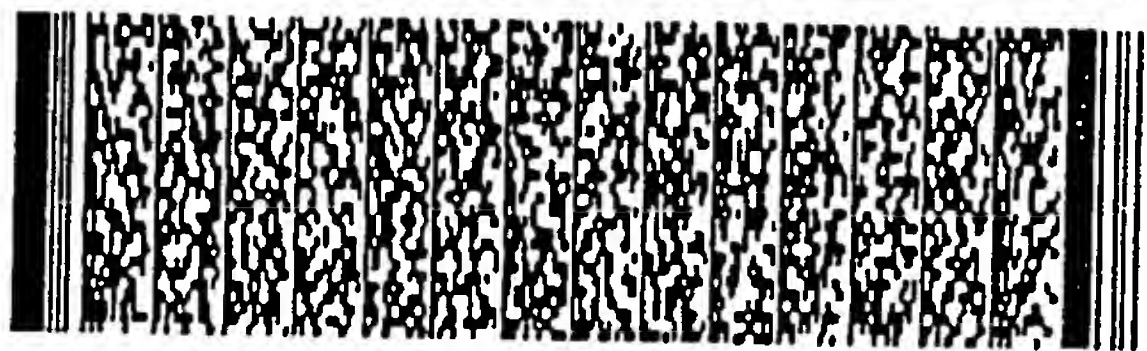
壓 (V_{out}) 之比值；以及增益控制電路 304，用以輸出該增益控制電壓 V_y 。

在本實施例中，放大級電路 302 之電路係與上文所述之習知可變增益放大器相同。請參照圖一所示及上文相對應之描述，於此不再贅述。請參照方程式一，放大級電路 302 之電壓增益大小，即差動輸出電壓 (V_{out}) 與差動輸入電壓 (V_{in}) 的比值大小，係由增益控制電壓 (V_y) 所決定。

請參照圖四及圖五，其為依據本發明之實施例繪示之增益控制電路 304 之電路圖。增益控制電路 304 係用以依據第一控制電壓 V_1 及第二控制電壓 V_2 決定輸出至放大級電路 302 之增益控制電壓 V_y 的大小。其中，增益控制電路 304 包括：熱電壓正比電壓放大器 400、轉導單元 401、第一電流轉換單元 403、第二電流轉換單元 405 (圖四) 及輸出單元 407 (圖五)。詳細的說明將分述如下。

熱電壓正比電壓放大器 400 用來依據第一控制電壓 V_1 與第二控制電壓 V_2 產生一第三控制電壓 V_3 與一第四控制電壓 V_4 ，其中 ($V_4 - V_3$) 係分別與 V_t 及 ($V_2 - V_1$) 成正比。關於熱電壓正比電壓放大器 400 的實施方式在後文會有更詳細的說明。

轉導單元 401 包含有：第一電晶體 472，耦合於第三控制



五、發明說明 (5)

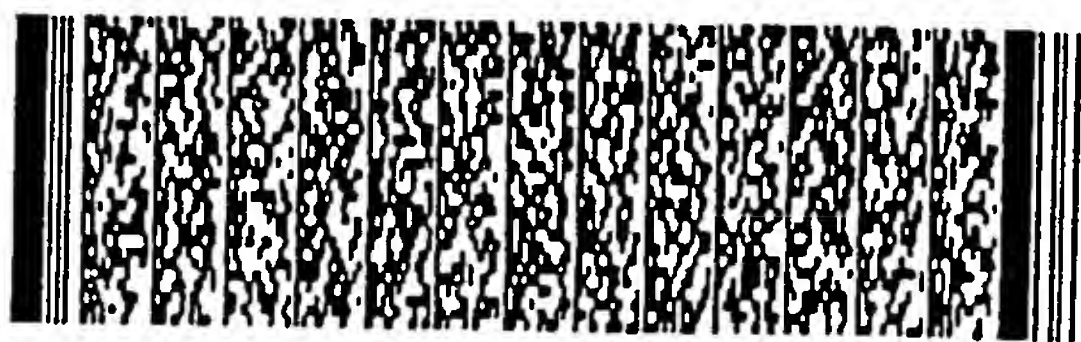
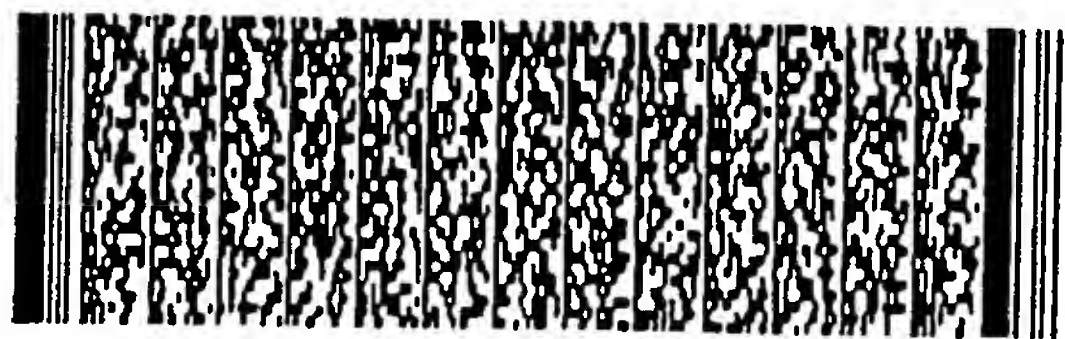
電壓 V3；第二電晶體 473，耦合於第四控制電壓 V4；第一偏壓電流源 I_{bias1}，耦合於第一電晶體 472與第二電晶體 473之射極，用來提供第一偏壓電流 I_{bias1}；第一電流源 402；第一電阻 R1，耦合於第一電晶體 472之集極與第一電流源 402之間；以及第二電阻 R2，耦合於第二電晶體 473之集極與第一電流源 402之間。

其中流經第二電晶體 473的集極電流 I₁之大小係由第三控制電壓 V3與第四控制電壓 V4的差及第一偏壓電流 I_{bias1}所決定。以本實施例而言，其關係如以下方程式所示：

方程式二：
$$I_1 = I_{bias1} / \{1 + \exp[(v_3 - v_4) / V_t]\}$$

由於轉導單元 401係為一差動電路，因此流經第一電晶體 472之集極電流與第三控制電壓 V3、第四控制電壓 V4及第一偏壓電流 I_{bias1}的關係與方程式二相似，唯方程式中 V3與 V4的位置需對調。

第一電流轉換單元 403利用第二電流源 404與轉導單元 401耦接，包含有：第三電晶體 474，其集極耦合於基極；第四電晶體 475；第二偏壓電流源 I_{bias2}，耦合於第三電晶體 474與第四電晶體 475之射極，用來提供第二偏壓電流 I_{bias2}；第二電流源 404；第三電阻 R3，耦合於第三電晶體 474之集極與第二電流源 404之間；第四電阻 R4，耦合



五、發明說明 (6)

於第四電晶體 475 之集極及第二電流源 404 之間。其中，第二電流源 404 與第一電流源 402 形成電流鏡 (current mirror) 電路。在本實施例中，係使得第三電晶體 474 之集極電流 I_2 與第二電晶體 473 之集極電流 I_1 之比值與第一偏壓電流 I_{bias1} 及第二偏壓電流 I_{bias2} 之比值成比例關係，下列方程式三所示：

$$\text{方程式三： } I_2 / I_1 = I_{bias2} / I_{bias1}$$

由於第一電流轉換單元 403 亦為一差動電路，且依據方程式三所示，第三電晶體 474 之集極電流 I_2 與第二電晶體 473 之集極電流 I_1 之關係，因此，第四電晶體 475 之集極電流與第三電晶體 474 之集極電流 I_2 的比例關係與第一電晶體 472 之集極電流與第二電晶體 473 之集極電流 I_1 的比例關係相同。當第一偏壓電流 I_{bias1} 等於第二偏壓電流 I_{bias2} 時，第一電晶體 472 的集極電流等於第四電晶體 475 的集極電流，且第二電晶體的集極電流 I_1 等於第三電晶體的集極電流 I_2 。

第二電流轉換單元 405 包括：第五電晶體 476，其基極與集極耦合於第四電晶體 475 之基極；第六電晶體 477，其基極耦合於第三電晶體 474 之基極與集極；以及一第七電晶體 478，分別與第五電晶體 476 及第六電晶體 477 的射極耦接，用以提供一第三偏壓電流 I_{bias3} 。藉由第三電晶

五、發明說明 (7)

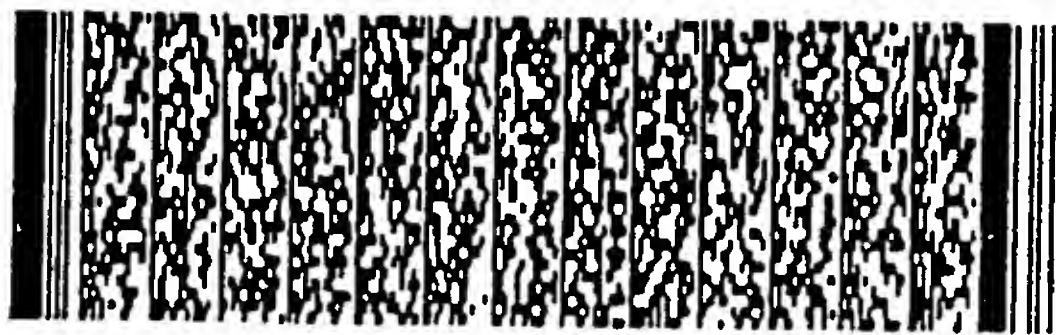
體 474、第四電晶體 475、第五電晶體 476以及第六電晶體 477所形成的迴路關係可知，第六電晶體 476之集極電流 I_3 與第三電晶體 474之集極電流 I_2 之比值會與第三偏壓電流 I_{bias2} 及第一偏壓電流 I_{bias1} 之比值成比例關係，下列方程式四所示：

$$\text{方程式四： } I_3 / I_2 = I_{bias3} / I_{bias2}$$

由於第二電流轉換單元 405亦為一差動電路，且依據方程式四所示，第三電晶體 474之集極電流 I_2 與第六電晶體 477之集極電流 I_3 之關係，因此，第五電晶體 476之集極電流 I_4 與第六電晶體 477之集極電流 I_3 的比例關係與第四電晶體 475之集極電流與第三電晶體 474之集極電流 I_2 的比例關係相同。

因此，由方程式二、方程式三及方程式四可知，圖四之電路實質上是個電壓控制電流放大電路 (Voltage-Controlled-Current-Amplifier)。藉由控制差動輸入電壓的差，即第三控制電壓 V_3 及第四控制電壓 V_4 的差，即可控制輸出電流 I_3 及 I_4 的比例關係。其關係係為下列方程式五所示：

$$\text{方程式五： } I_4 / I_3 = K \times \exp[(V_3 - V_4) / V_t]$$



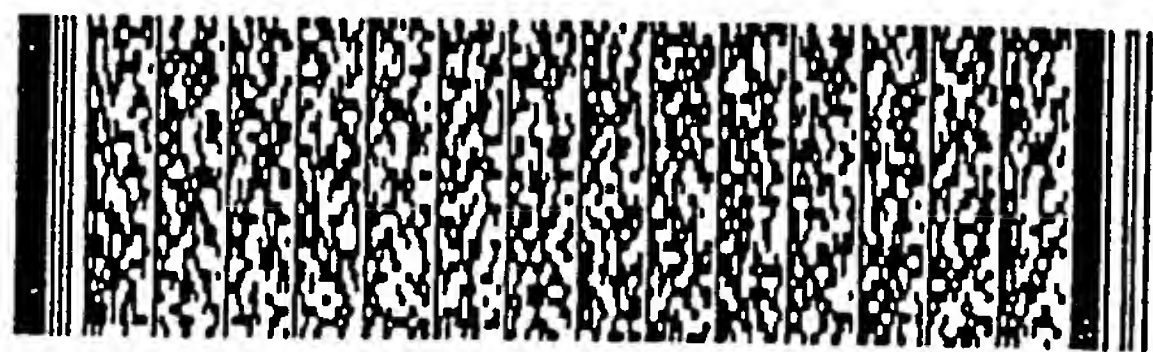
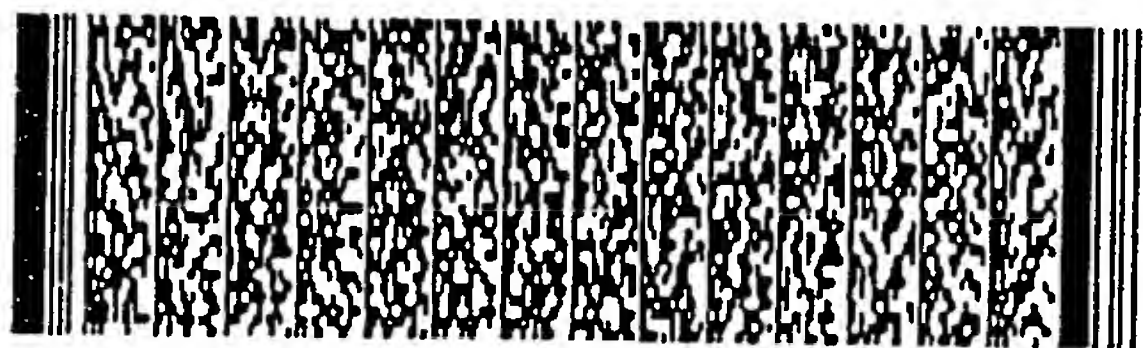
五、發明說明 (8)

圖五繪示的輸出單元 407 包括：第八電晶體 479，其基極與集極耦接；第九電晶體 480；以及第四偏壓電流源 I4，分別與第八電晶體 479 及第九電晶體 480 之射極耦接。需注意的是，圖四的電壓控制電流放大電路與圖五的輸出單元 407 分別與兩電流鏡電路（未繪示）連接，使得第四偏壓電流源輸出的偏壓電流之大小等於第五電晶體 476 之集極電流 I4，且使得第六電晶體 477 之集極電流 I3 等於第八電晶體 479 之集極電流 I3。電流鏡電路雖未繪示於圖中，但凡熟習此技藝者皆可輕易依據圖四及圖五得知其電路形式及耦接關係。如此，則第八電晶體 479 之集極電流等於第六電晶體 477 之集極電流 I3 且第九電晶體 480 之集極電流等於第五電晶體 476 的集極電流 I4 與第六電晶體 477 之集極電流 I3 的差。第八電晶體 479 及第九電晶體 480 之基極係用以與圖一所示之放大級電路 302 耦接，用以輸出增益控制電壓 V_y 。因此，增益控制電壓 V_y 與第八電晶體 479 之集極電流 I3 及第九電晶體 480 之集極電流 ($I4 - I3$) 之關係如下列方程式六所示：

方程式六：

$$V_y = V_t \times \ln[(I4 - I3)/I3] = V_t \times \ln(I4/I3 - 1)$$

綜上所述，若不考慮熱電壓正比電壓放大器 400，則增益控制電路 304 係依據輸入之第三控制電壓 $V3$ 及第四控制電壓 $V4$ 的差，來決定每一級差動電路中的電流比例關係，



五、發明說明 (9)

並依照此電流比例關係決定輸入放大級電路 302 之增益控制電壓 V_y 的大小。結合上述之方程式五及方程式六可知，本實施例提出之增益控制電路 304 輸出之增益控制電壓 V_y 與第三控制電壓 V_3 及第四控制電壓 V_4 之關係如下列方程式七所示：

方程式七：

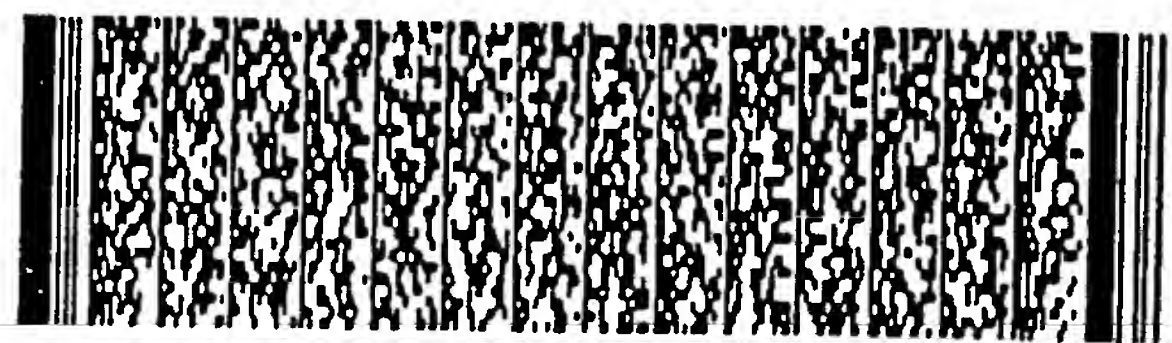
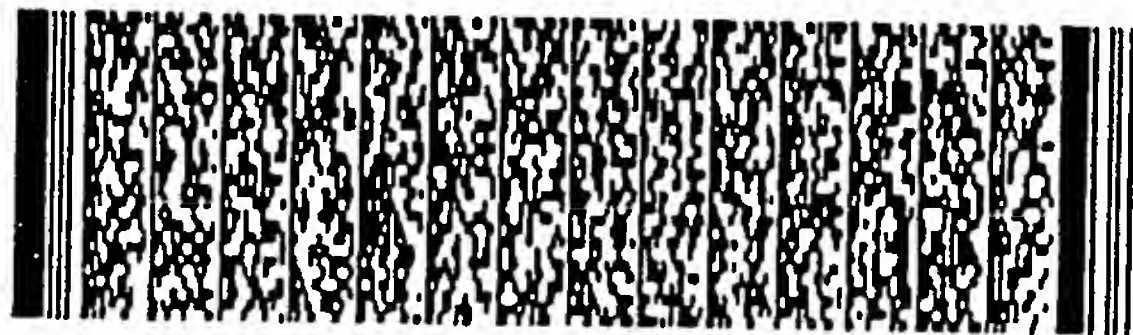
$$V_y = V_t \times \ln\{K \times \exp[(V_3 - V_4)/V_t - 1]\}$$

使用上述增益控制電路 304 輸出的增益控制電壓 V_y 作為圖一中的放大級電路 302 之控制電壓 V_y ，則放大級電路 302 產生的電壓增益，即輸出電壓與輸入電壓的比值，就會如以下方程式八所示：

方程式八：
$$A_v = V_{out}/V_{in} = K_1 / \exp[K_2(V_3 - V_4)]$$

其中 K_1 與放大級電路 302 之輸出電阻 R_L 有關， K_2 則與雙載子電晶體 (Bipolar Junction Transistor, BJT) 之熱電壓 (thermal voltage, V_t) 有關，即 K_2 正比於 $1/V_t$ 。在本發明中， K_1 實質上可視為是常數。但 K_2 之值係與熱電壓的大小有關，故凡是會影響熱電壓的因素，例如：環境溫度的大小，就會影響其值。

請參閱圖七，圖七則為本發明熱電壓正比電壓放大器之



五、發明說明 (10)

實施例電路圖。請注意圖七所示為一單端輸入（即 V1）單端輸出（即 V3）的電路架構，然而亦可上使用兩個圖七所示的放大器組成一差動形式的熱電壓正比電壓放大器。

圖七中的熱電壓正比電壓放大器 700 包含有一轉導放大單元 720，一電流鏡單元 740，以及一轉阻放大單元 760。轉導放大單元 720 中包含有一運算放大器（OP amplifier）721 與一電阻 R，用來依據第一控制電壓 V1 產生一第五電流 I5，其中 $I5 = V1/R$ 。電流鏡單元 740 用來複製第五電流 I5 以產生一第六電流 I6。轉阻放大單元 760 耦合於該電流鏡單元 740 與一參考電壓 Vref，其包含有一第十電晶體 761，一第十一電晶體 762，以及一第四電流源 Ibias4。由整個熱電壓正比電壓放大器 700 的作用，其輸出的第一控制電壓 V3 與第三控制電壓 V1 的關係會如以下方程式九所示：

方程式九：
$$V3 - V_{ref} = V1 / (R \times G_m)$$

其中 G_m 係為第十電晶體 761 及第十一電晶體 762 的轉導值。又由於 $G_m = I_c / V_t$ （於本實施例中的 I_c 實質上等於 Ibias4 的一半），因此 $V1 - V_{ref}$ 的值即會正比於熱電壓 V_t 。因此，若使用兩個圖七所示的熱電壓正比電壓放大器 700，即可組合成圖四中所需的差動式熱電壓正比電壓

五、發明說明 (11)

放大器 400，其輸入與輸出的關係係如方程式十所示：

$$\text{方程式十： } V_4 - V_3 = K_3 \times V_t \times (V_1 - V_2)$$

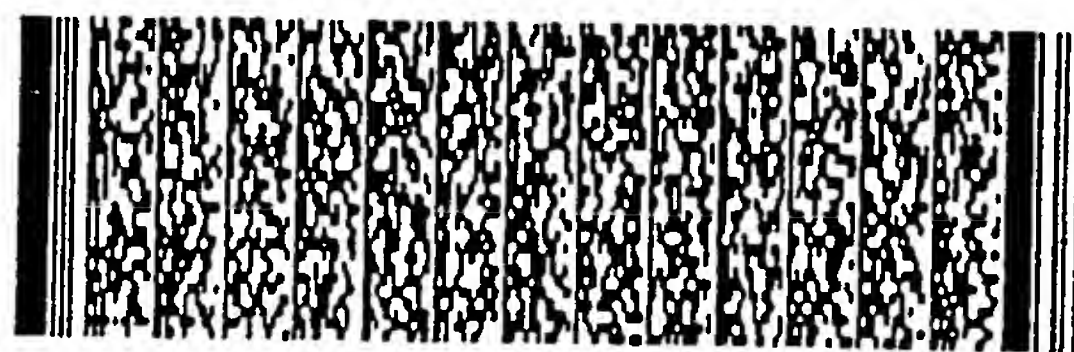
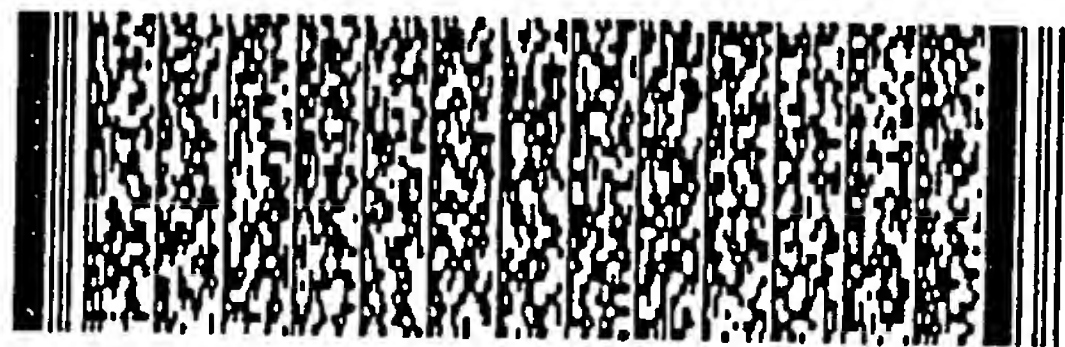
若將差動式熱電壓正比電壓放大器 400 與增益控制電路 304 之轉導單元耦接，則本實施例之指數增益型可變增益放大器之電壓增益關係係如方程式十一所示：

$$\text{方程式十一： } A_v = V_{out}/V_{in} = K_1 / \exp[K_4(V_1 - V_2)]$$

其中 K_1 及 K_4 皆為常數，亦即本實施例之指數可變增益放大器，其電壓增益之大小與第一控制電壓 (V_1) 與第二控制電壓 (V_2) 之差呈簡單指數關係，且不受熱電壓的影響。

需注意的是，上文所述之增益控制電路 304 僅為本發明之一實施例，然本發明並不以此為限。凡是使得輸出之增益控制電壓 V_y 之值正比於 $\ln(I_a/I_b - K_3)$ 之電路，皆屬於本發明之範圍。其中， K_3 為常數， I_a 的大小係與第一控制電壓 V_1 相對應，且 I_b 的大小係與第二控制電壓 V_2 相對應。

由方程式十一可知，藉由增益控制電路 304，可使得放大級電路 302 的電壓增益 A_v 相對於第一控制電壓 V_1 及第二控



五、發明說明 (12)

制電壓 V_2 的差 $(V_1 - V_2)$ 呈一簡單指數函數關係 $K_1 / \exp[K_4 (V_1 - V_2)]$ ，如圖六所示。又由於方程式十一中並沒有包含有熱電壓 V_t 的項存在，因此最後的電壓增益值 A_v 並不會如習知技術般受熱電壓變化所影響。此外，由於放大級電路 302 具有兩輸入端，因此可接收差動型式的輸入電壓。本發明提出之指數增益型可變增益放大器之輸出電壓可以是單端輸出，亦可以是雙端輸出，用以輸出差動型式的輸出電壓。

當然，本發明所用的放大級電路不一定是圖一所示的放大電路，只要是一個可以與圖一中放大電路相同，其電壓增益的分母部分並不是單純指數函數，其中還帶有一個常數項的可變增益放大器電路，皆可配合本發明提出之增益控制電路，來達到本發明之效果。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明之申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明專利之涵蓋範圍。

圖式簡單說明

圖式之簡單說明

- 圖一為習知技術一可變增益放大器之電路圖。
圖二為配合方程式一電壓增益相對於控制電壓的關係曲線圖。
圖三為本發明指數增益型可變增益放大器之實施例電路方塊圖。
圖四為增益控制電路 304 之實施例部分電路圖。
圖五為增益控制電路 304 之實施例部分電路圖。
圖六為配合方程式十一電壓增益相對於第一、第二控制電壓的關係曲線圖。
圖七為本發明熱電壓正比電壓放大器之實施例電路圖。

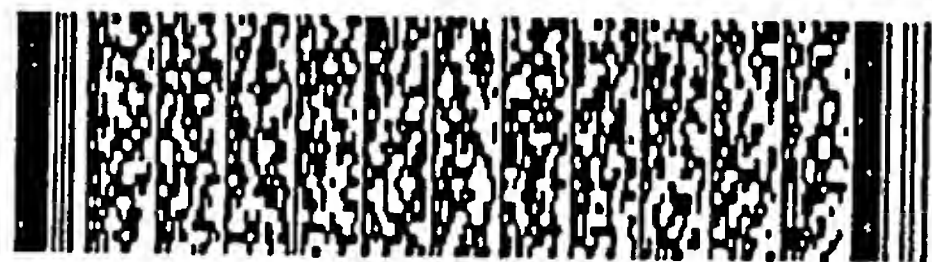
圖式之符號說明

300	指數增益型可變增益放大器	302	放大級電路
304	增益控制電路		
400	熱電壓正比電壓放大器		
401	轉導單元	402	第一電流源
403	第一電流轉換單元	404	第二電流源
405	第二電流轉換單元	407	輸出單元
472	第一電晶體	473	第二電晶體
474	第三電晶體	475	第四電晶體
476	第五電晶體	477	第六電晶體

圖式簡單說明

478 第七電晶體
480 第九電晶體
721 運算放大器
760 轉阻放大單元
762 第十一電晶體

479 第八電晶體
720 轉導放大單元
740 電流鏡單元
761 第十電晶體



六、申請專利範圍

1. 一種可變增益放大器，包含有：

一放大級電路，用來依據一差動輸入電壓，輸出一輸出電壓；以及

一增益控制電路，用來依據一第一控制電壓及一第二控制電壓輸出一增益控制電壓至該放大級電路，使得該可變增益放大器之一電壓增益係反比於一簡單指數函數，該簡單指數函數之值係由該第一控制電壓與該第二控制電壓之差所決定，且該電壓增益係不受一熱電壓所影響。

2. 如申請專利範圍第1項所述之可變增益放大器，其中該放大級電路具有一電壓增益，其分母係為 $(K1 + \exp(K2 \times Vy))$ 的形式，其中， $K1$ 及 $K2$ 為常數， Vy 為該增益控制電壓。

3. 如申請專利範圍第1項所述之可變增益放大器，其中該增益控制電路包含有：

一熱電壓正比電壓放大器，用以依據該第一控制電壓及該第二控制電壓產生一第三控制電壓與該第四控制電壓，其中該第三、第四控制電壓的差係分別與該第一、第二控制電壓的差及該熱電壓成正比；

一第二轉導放大單元，用以依據該第三控制電壓及該第四控制電壓輸出一第三電流及一第四電流，其中，該第三電流及該第四電流之比例係與該第三控制電壓與該第

六、申請專利範圍

四 控制電壓之差有

一電流轉換單元，耦合於該第二轉導放大單元，用以輸出一第五電流，與該第三電流對應，及一第六電流，與該第四電流對應；以及
一輸出單元，耦合與該電流轉換單元，用以依據該第五電流及該第六電流輸出該增益控制電壓；
其中，該增益控制電壓係由該第一控制電壓與該第二控制電壓之差所決定。

4. 如申請專利範圍第3項所述之可變增益放大器，其中該熱電壓正比電壓放大器係為一差動放大器，包含有一第一半電路與一第二半電路，該第一半電路包含有：
一第一轉導放大單元；用來依據該第一控制電壓輸出一第一電流；以及
一轉阻放大單元，耦合於一參考電壓，用來依據該第一電流產生該第三控制電壓，其中該第三控制電壓與該參考電壓的差係正比於該熱電壓。

5. 如申請專利範圍第4項所述之可變增益放大器，其中該第一轉導放大單元包含有：
一運算放大器，具有一第一輸入端、一第二輸入端及一輸出端，其中該第一輸入端耦合於該第一控制電壓；以及
一第一電阻，一端耦合於該運算放大器之第二輸入端及

六、申請專利範圍

輸出端，另一端接地；

其中該第一電流係流經該第一電阻。

6.如申請專利第4項所述之可變增益放大器，其中該第一半電路另包含有：

一第一電流鏡單元，耦合於該第一轉導放大單元，用來依據該第一電流輸出一第二電流。

7.如申請專利第6項所述之可變增益放大器，其中該轉阻放大單元包含有：

一第一電晶體，其基極耦合於該參考電壓；

一第二電晶體，其集極耦合於該第一電流鏡單元，其基極用來產生該第三控制電壓；

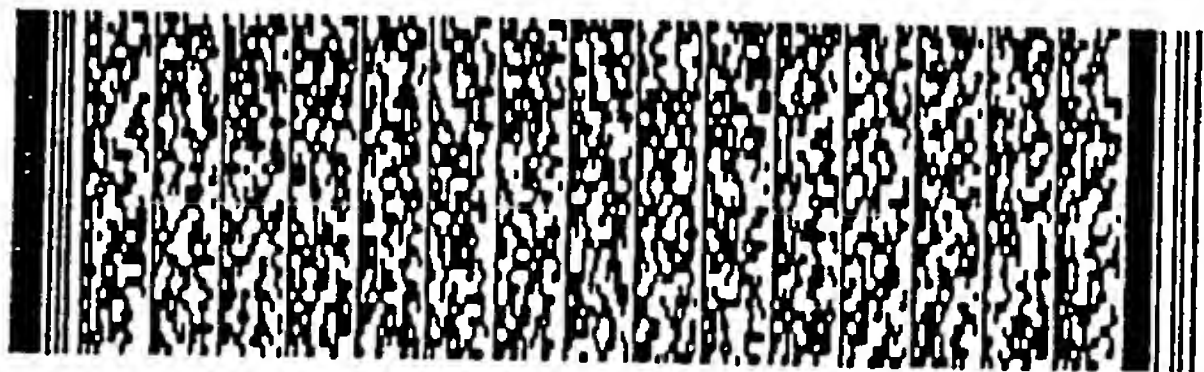
一第二電流鏡單元，耦合於該第一電晶體與該第二電晶體之集極；以及

一第一偏壓電流源，耦合於該第一電晶體與該第二電晶體之射極，用來提供一第一偏壓電流。

8.如申請專利第7項所述之可變增益放大器，其中該第二電流鏡單元包含有：

一第三電晶體，其汲極與閘極耦合於該第一電晶體之集極；以及

一第四電晶體，其汲極耦合於該第二電晶體之集極，其閘極耦合於該第三電晶體之閘極。



六、申請專利範圍

9.如申請專利範圍第3項所述之可變增益放大器，其中該第五電流大小與該第三電流實質上相等，且該第六電流之大小與該第四電流實質上相等。

10.一種熱電壓正比電壓放大器，包含有：

一轉導放大單元；用來依據一第一輸入電壓輸出一第一電流；以及

一轉阻放大單元，耦合於一參考電壓，用來依據該第一電流產生一第一輸出電壓，其中該第一輸出電壓與該參考電壓的差係正比於熱電壓。

11.如申請專利第10項所述之熱電壓正比電壓放大器，其中該轉導放大單元包含有：

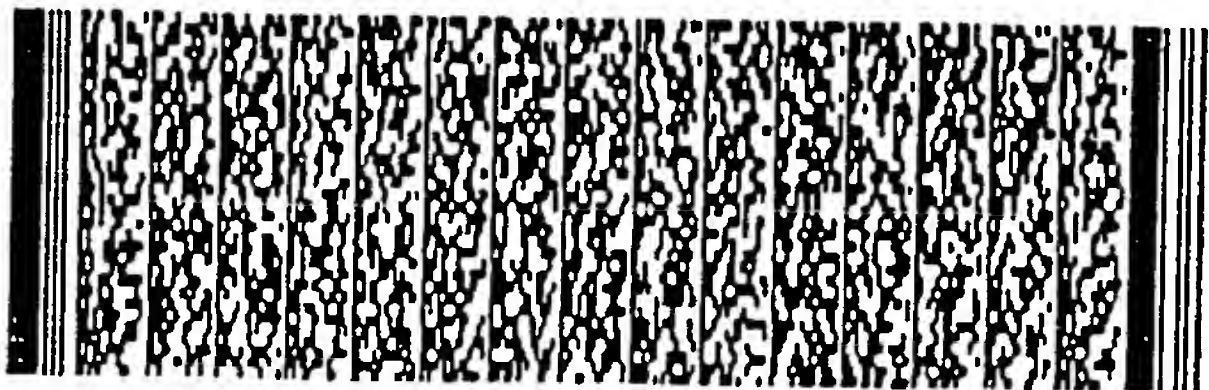
一運算放大器，具有一第一輸入端、一第二輸入端及一輸出端，其中該第一輸入端耦合於該第一輸入電壓；以及

一第一電阻，一端耦合於該運算放大器之第二輸入端及第一端，另一端接地；

其中該第一電流係流經該第一電阻。

12.如申請專利第10項所述之熱電壓正比電壓放大器，其中該電壓放大器另包含有：

一第一電流鏡單元，耦合於該轉導放大單元，用來依據



六、申請專利範圍

該第一電流輸出一第二電流。

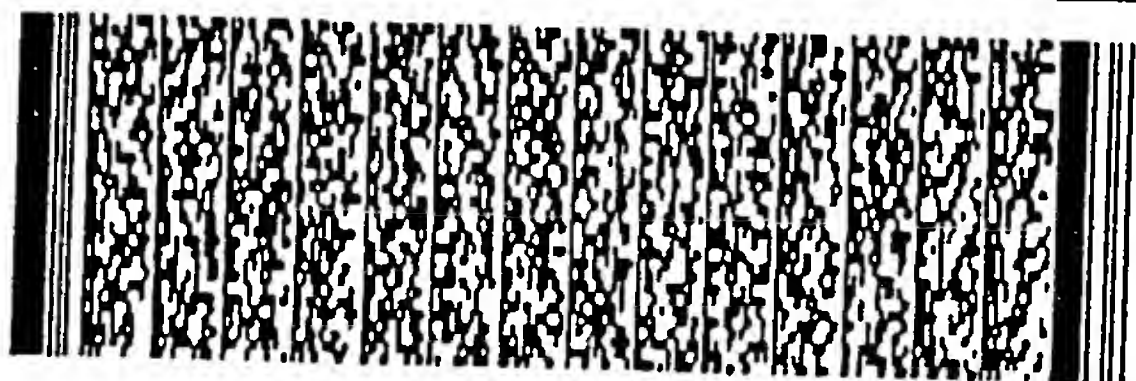
13.如申請專利第12項所述之熱電壓正比電壓放大器，其中該轉阻放大單元包含有：

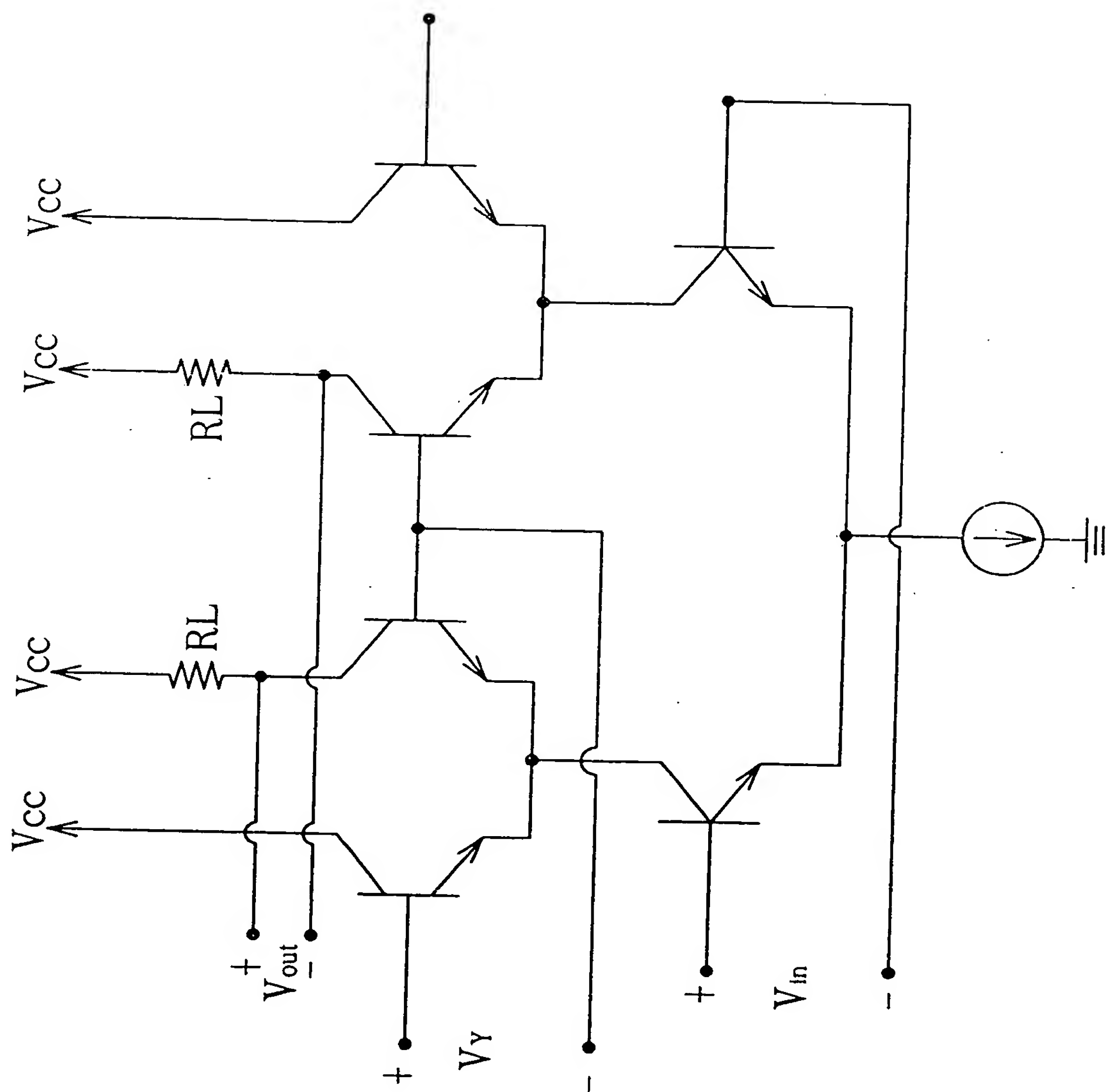
- 一第一電晶體，其基極耦合於該參考電壓；
- 一第二電晶體，其集極耦合於該第一電流鏡單元，其基極用來產生該第一輸出電壓；
- 一第二電流鏡單元，耦合於該第一電晶體與該第二電晶體之集極；以及
- 一第一偏壓電流源，耦合於該第一電晶體與該第二電晶體之射極，用來提供一第一偏壓電流。

14.如申請專利第13項所述之熱電壓正比電壓放大器，其中該第二電流鏡單元包含有：

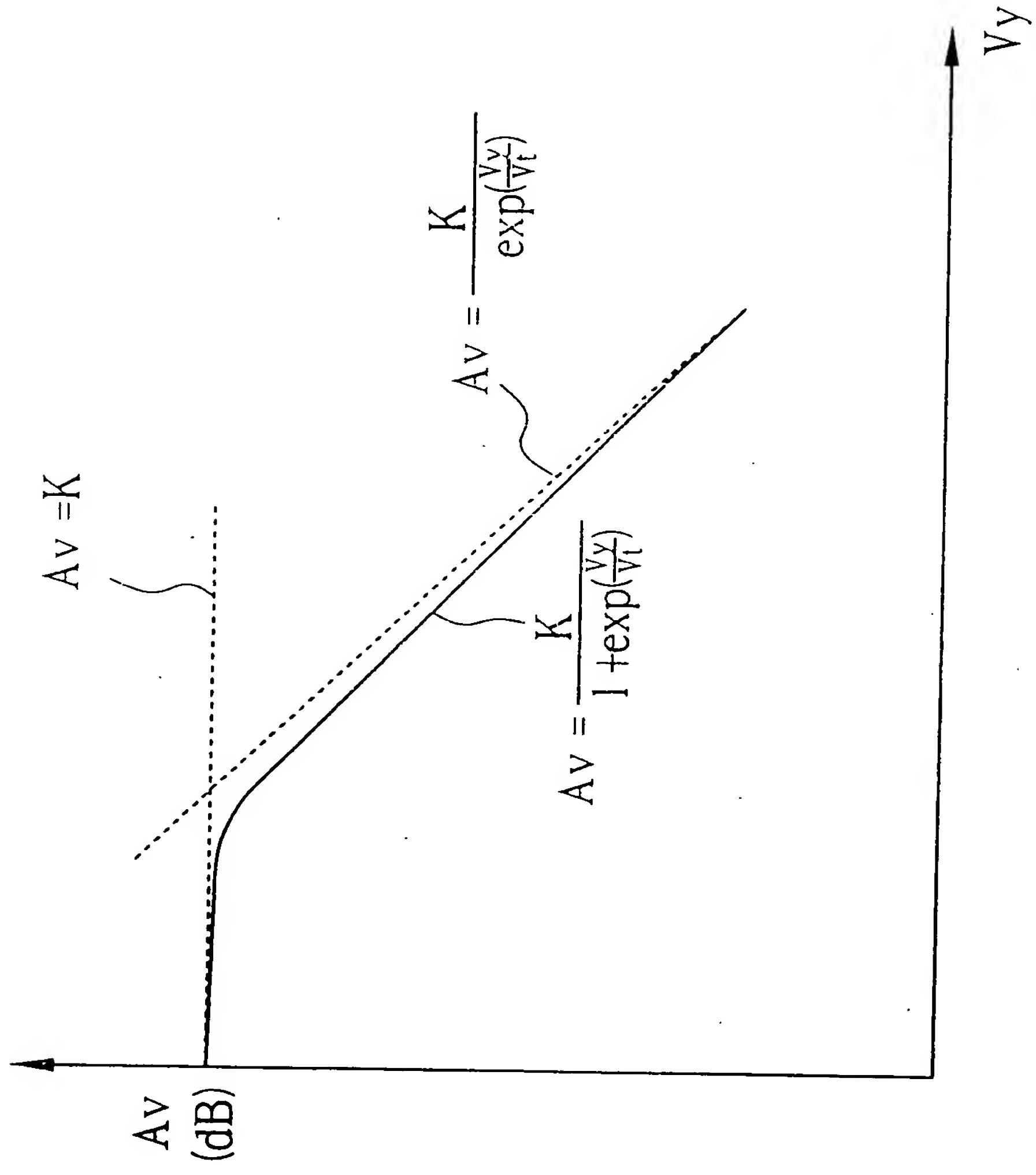
- 一第三電晶體，其汲極與閘極耦合於該第一電晶體之集極；以及
- 一第四電晶體，其汲極耦合於該第二電晶體之集極，其閘極耦合於該第三電晶體之閘極。

15.如申請專利第10項所述之熱電壓正比電壓放大器，其中該熱電壓正比電壓放大器係為一差動放大器之半電路。

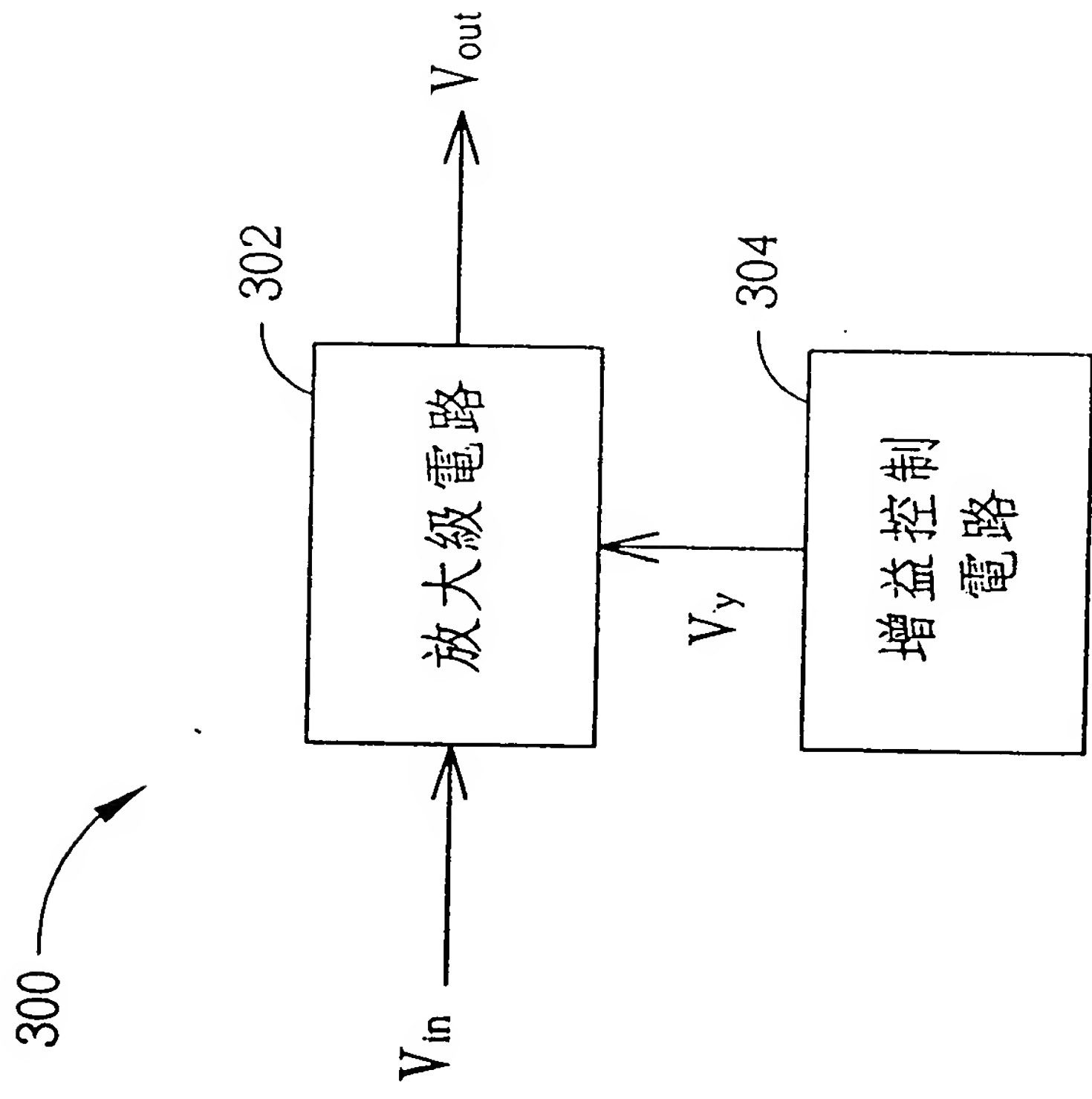




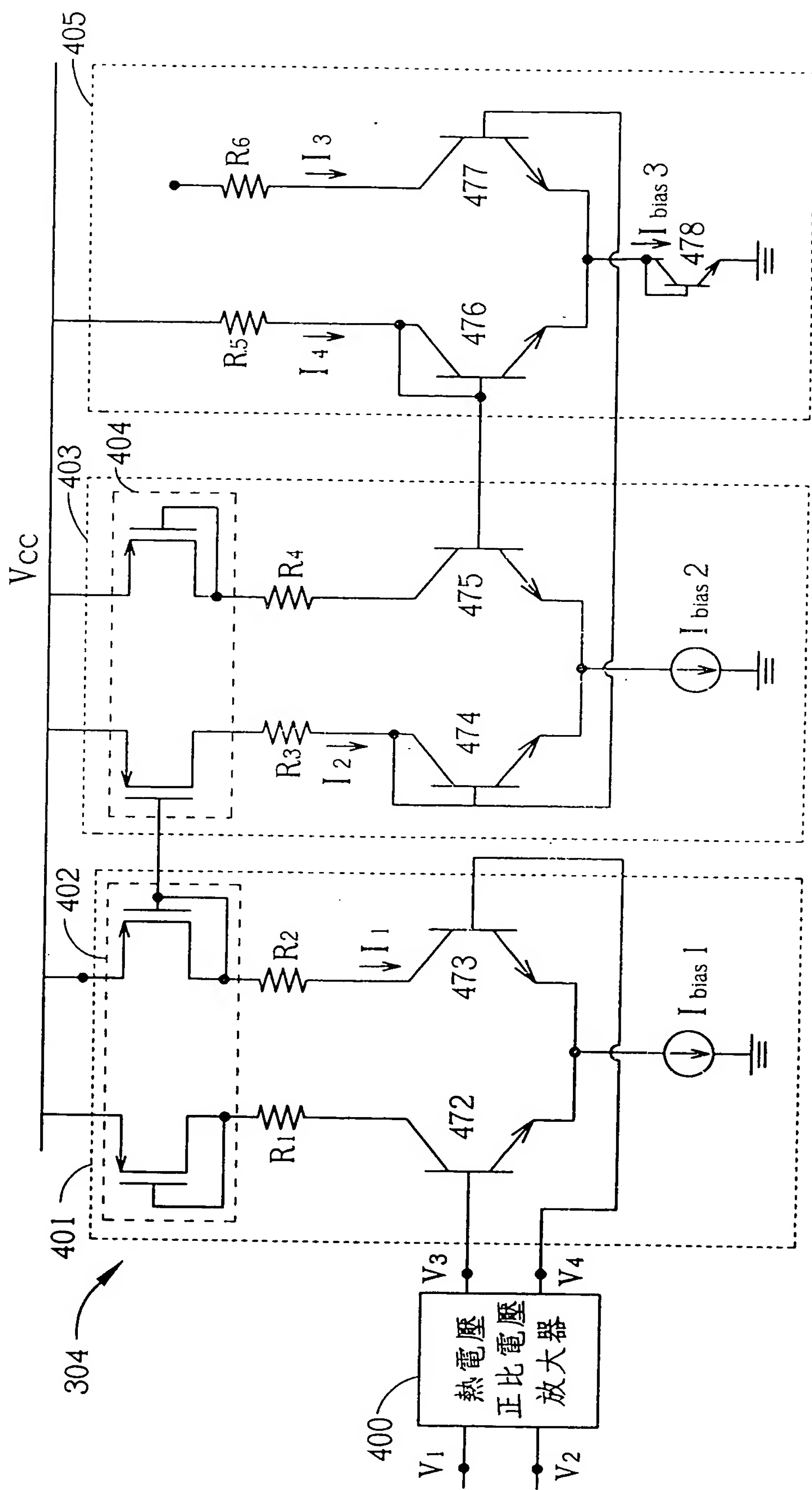
圖一



圖二

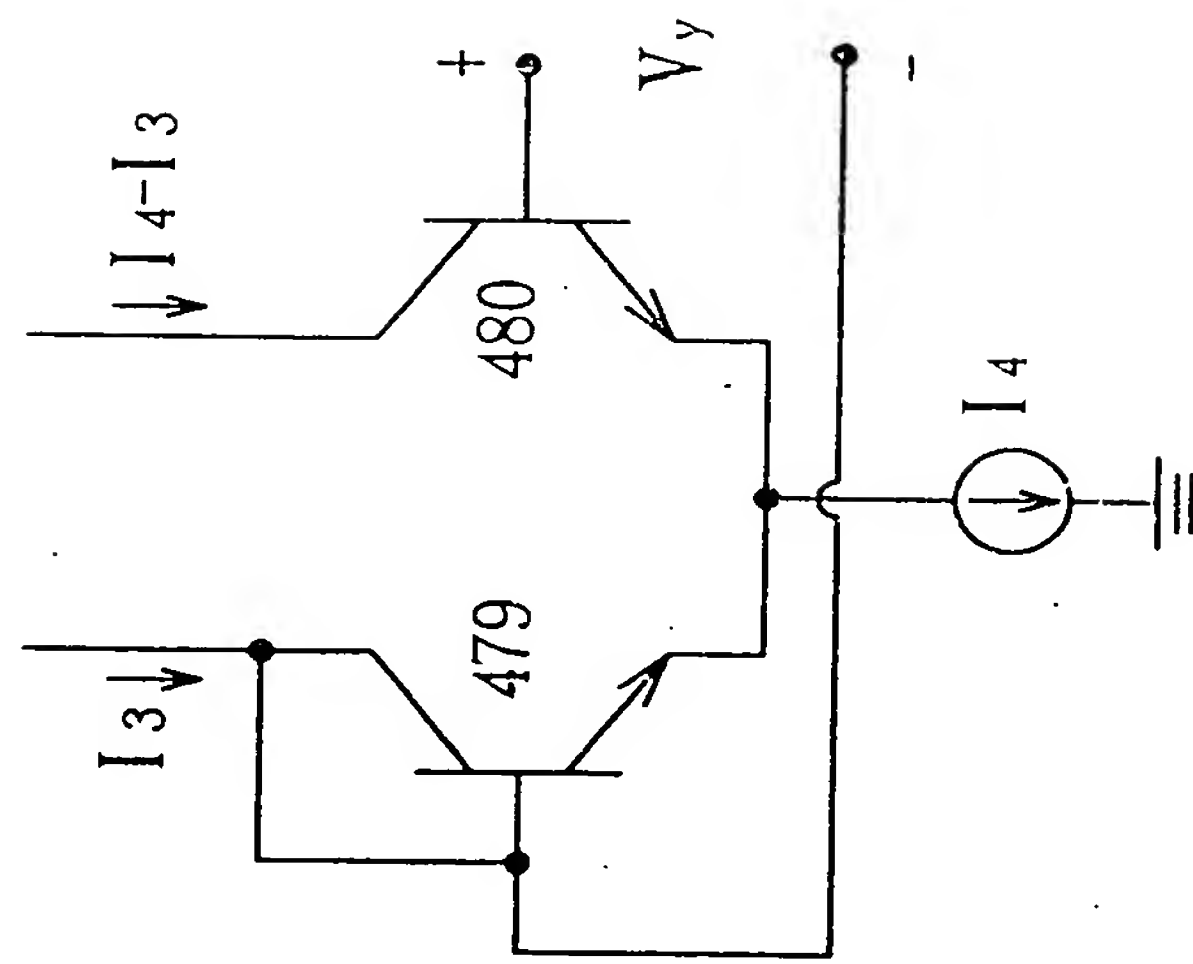


圖三

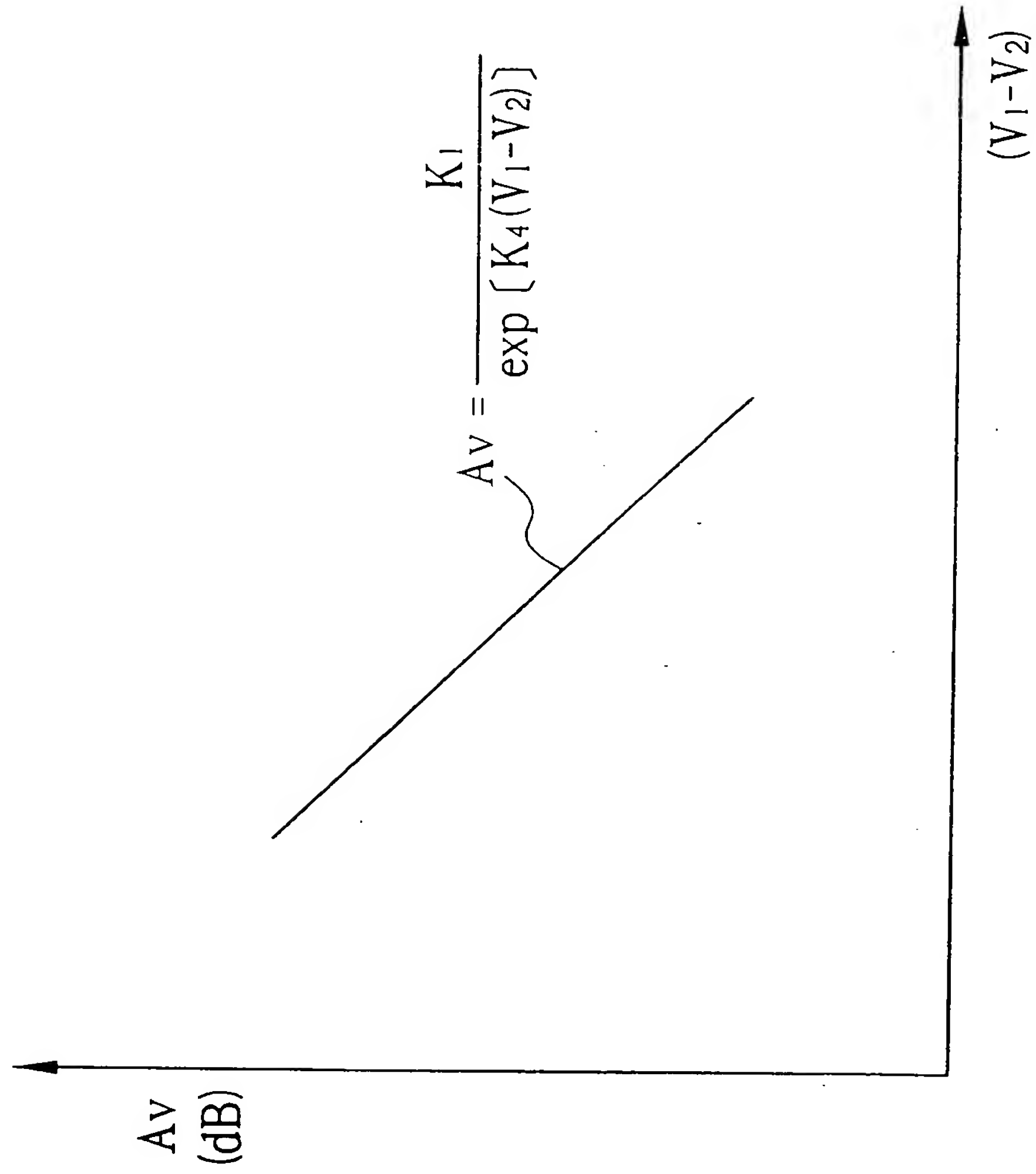


圖四

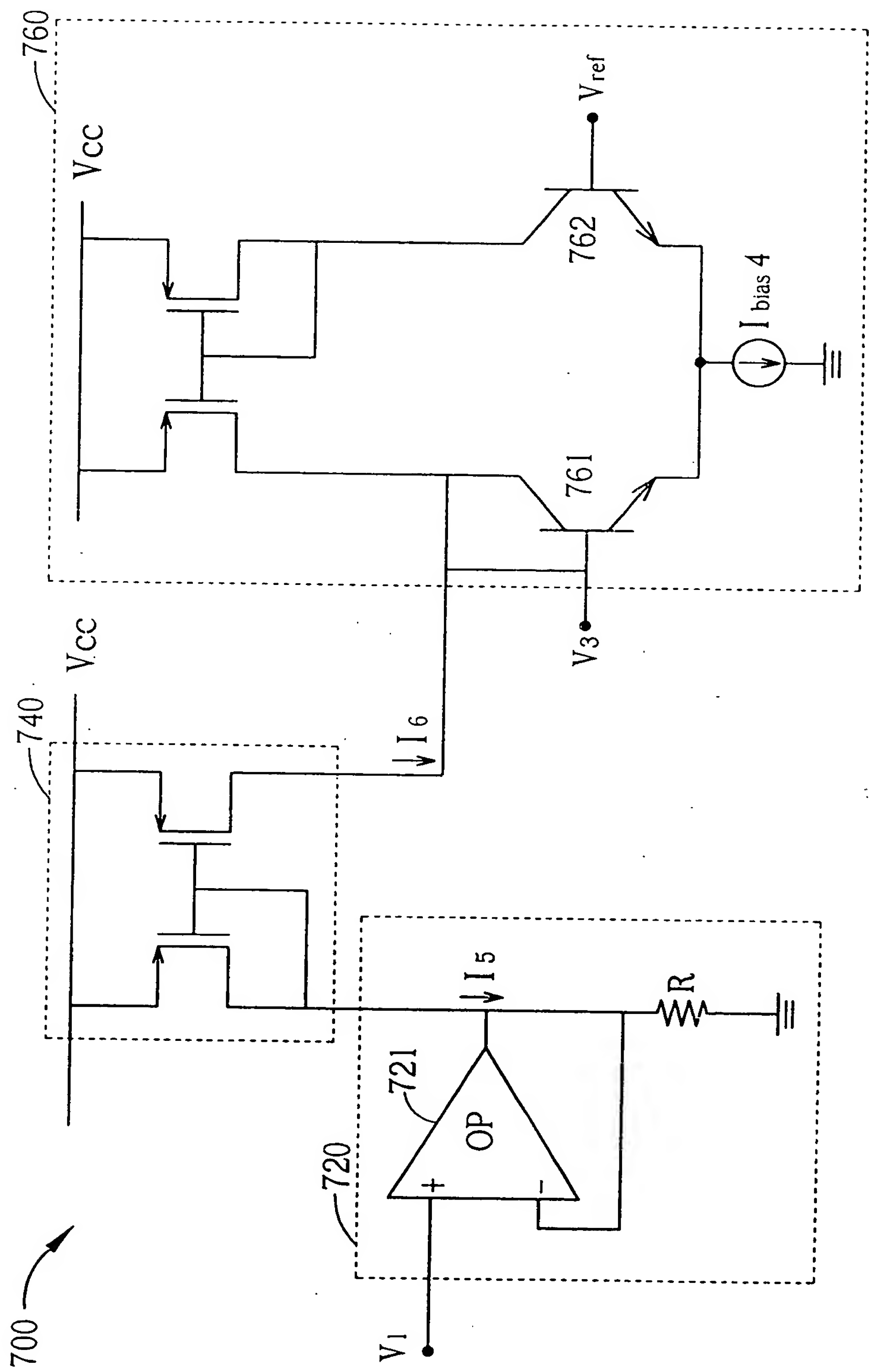
407



圖五

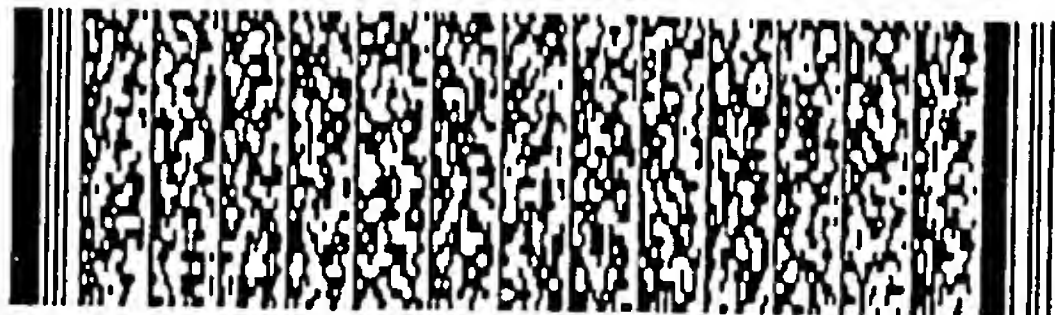


圖六

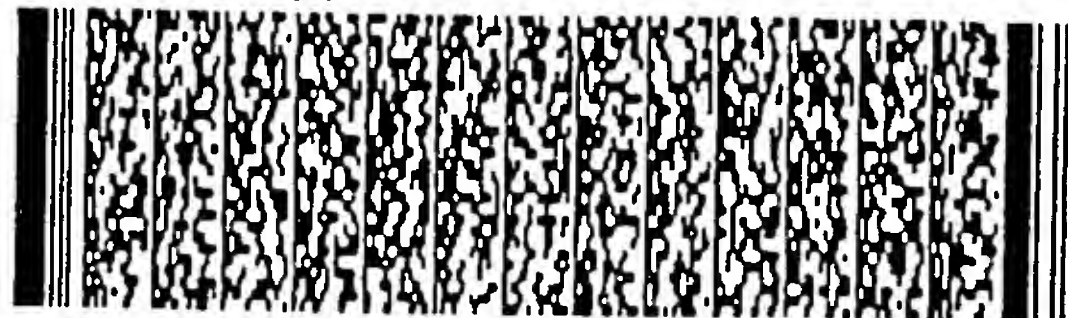


圖七

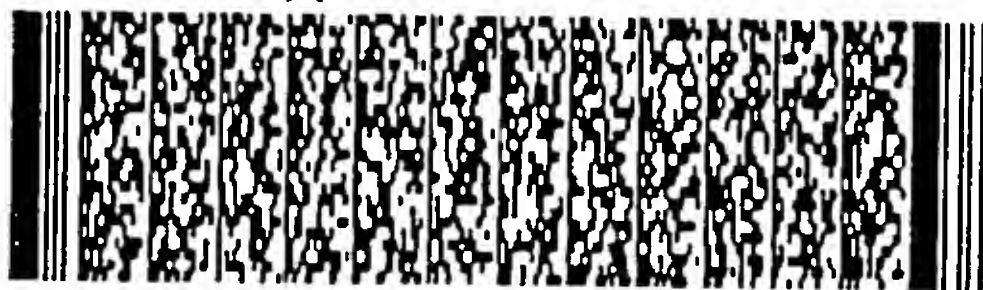
第 1/25 頁



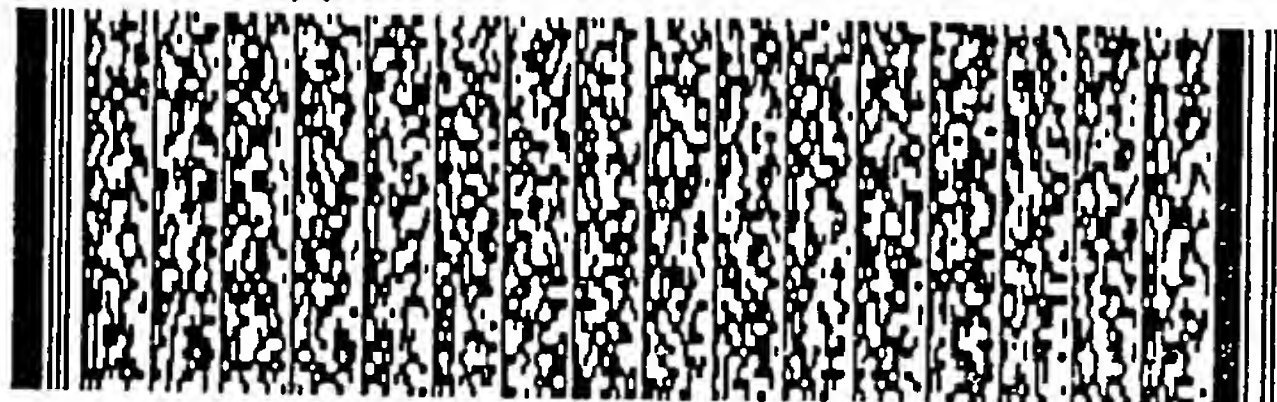
第 1/25 頁



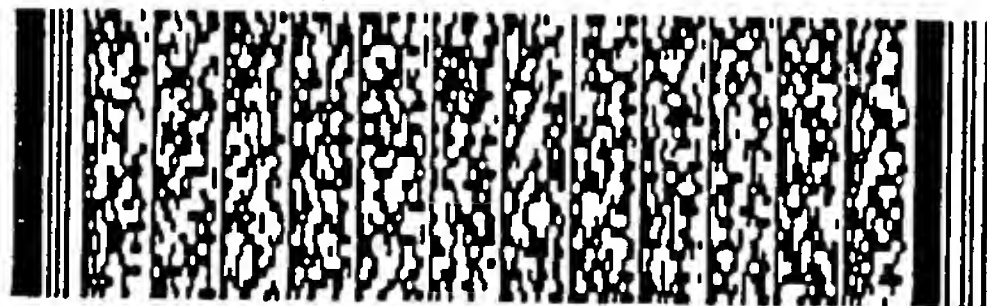
第 2/25 頁



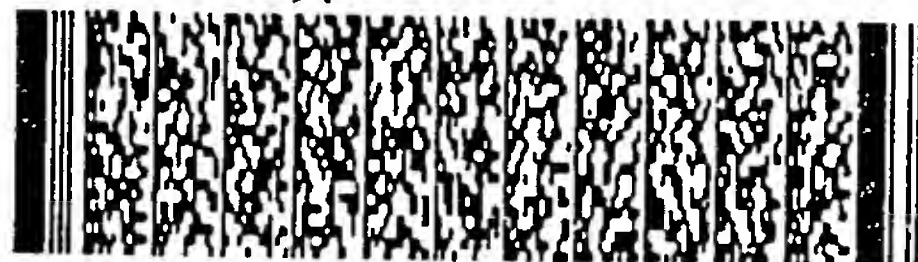
第 3/25 頁



第 4/25 頁



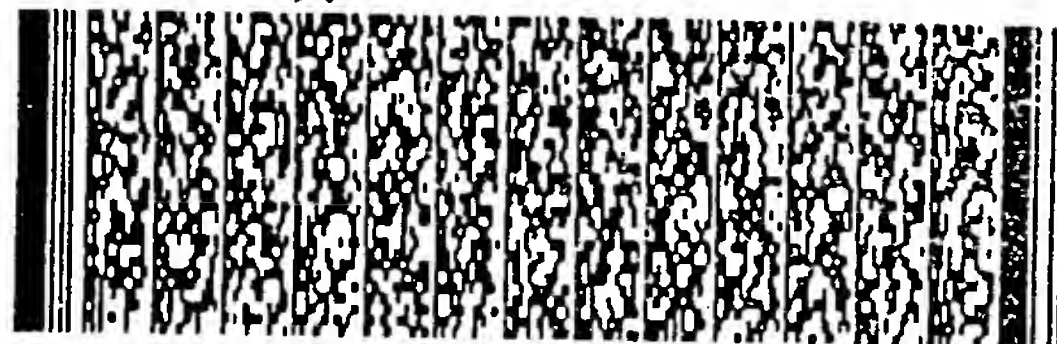
第 5/25 頁



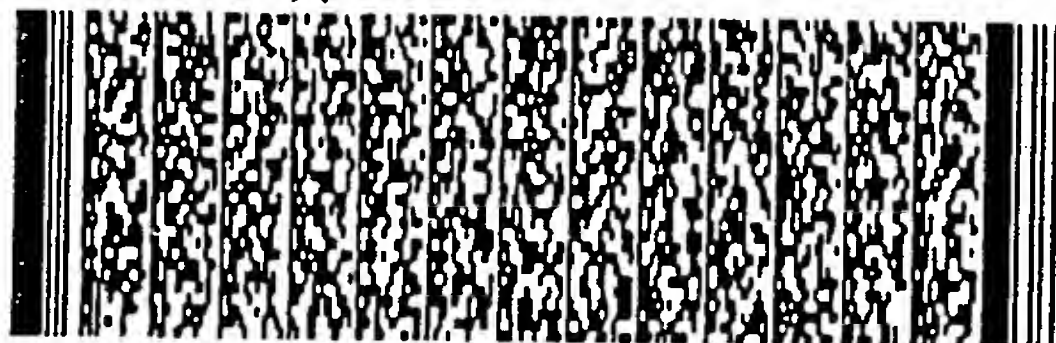
第 6/25 頁



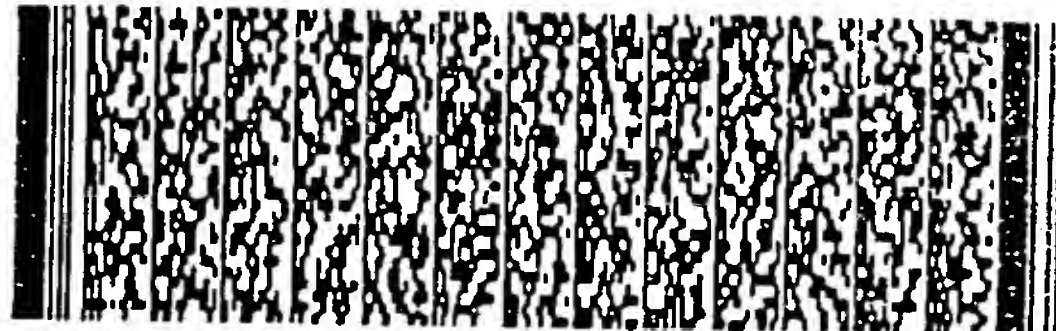
第 7/25 頁



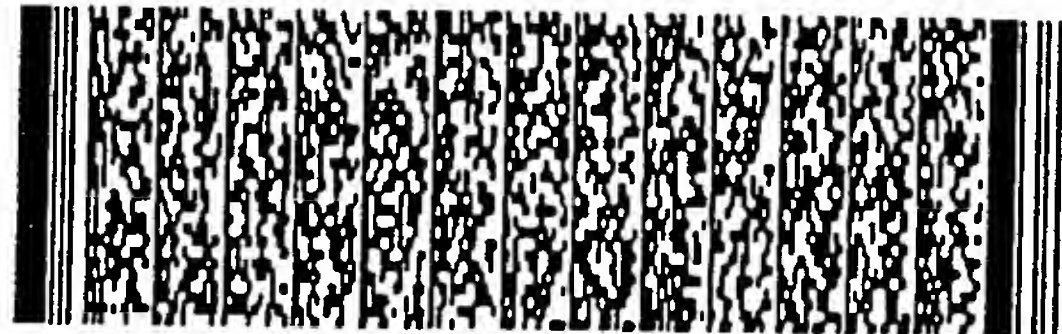
第 7/25 頁



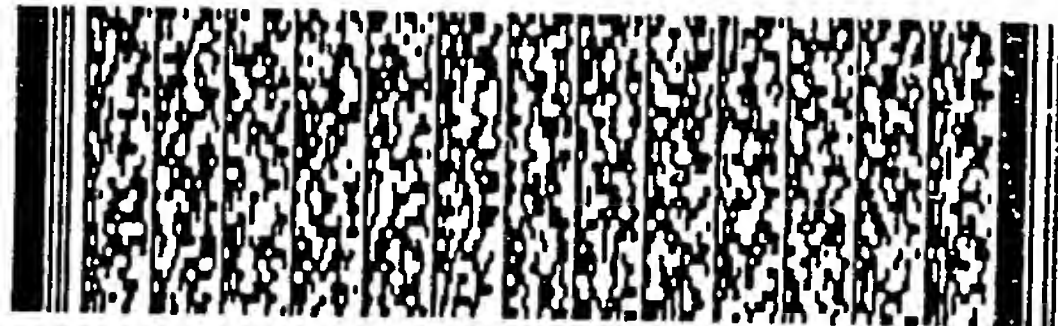
第 8/25 頁



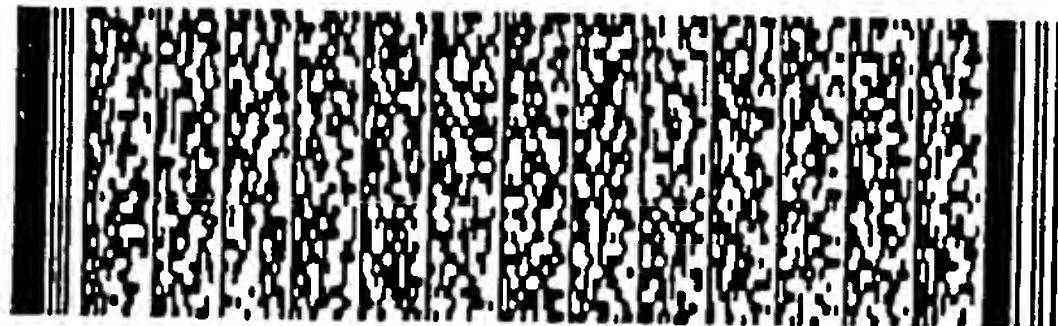
第 8/25 頁



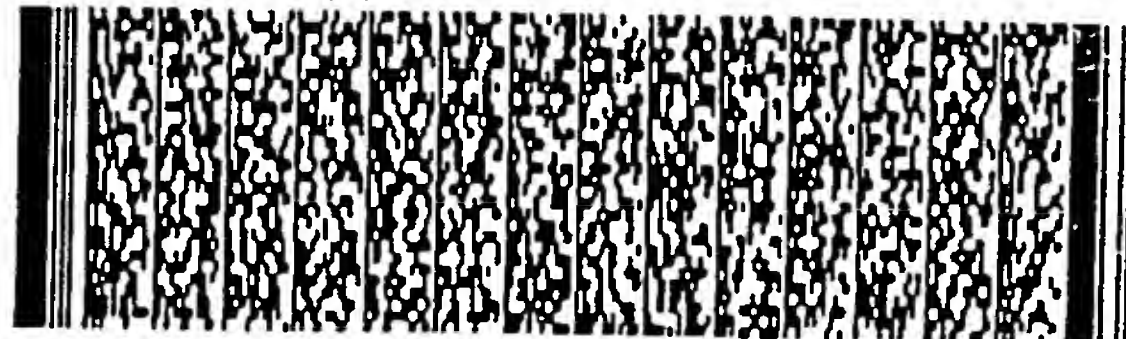
第 9/25 頁



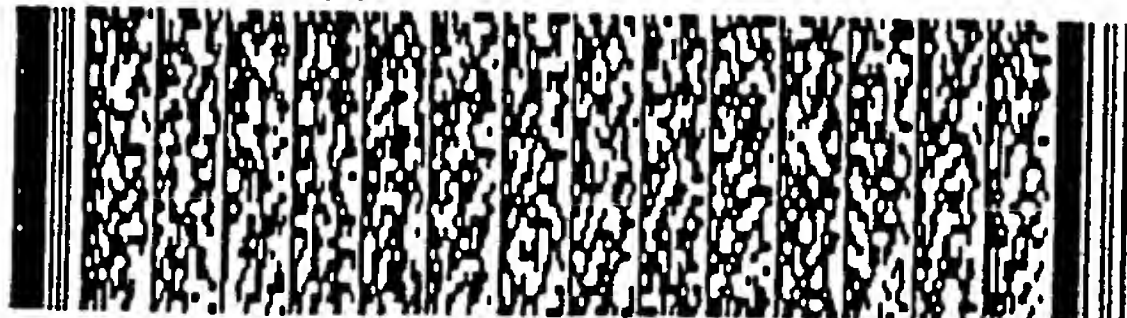
第 9/25 頁



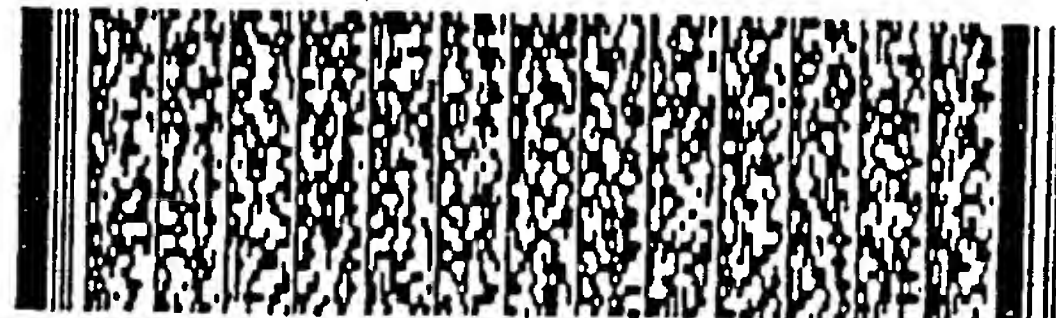
第 10/25 頁



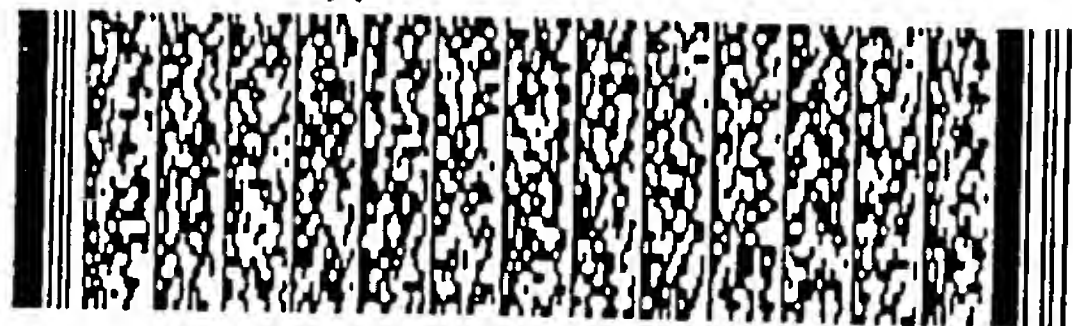
第 10/25 頁



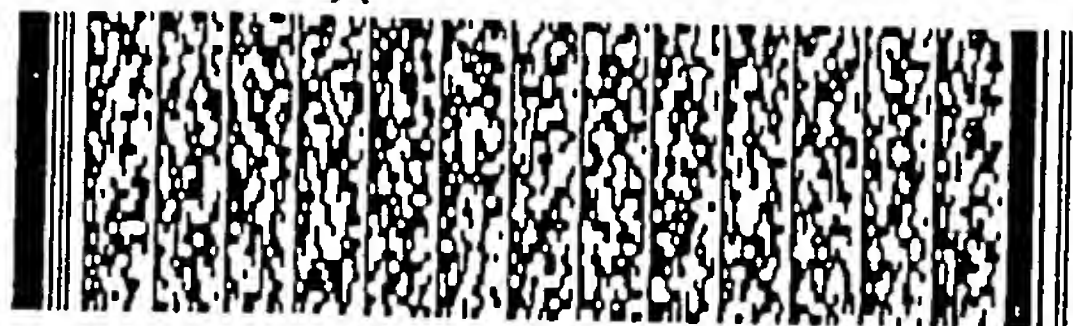
第 11/25 頁



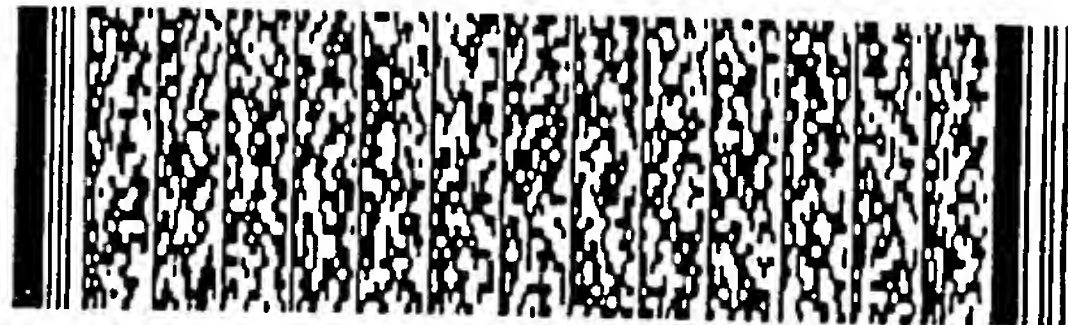
第 11/25 頁



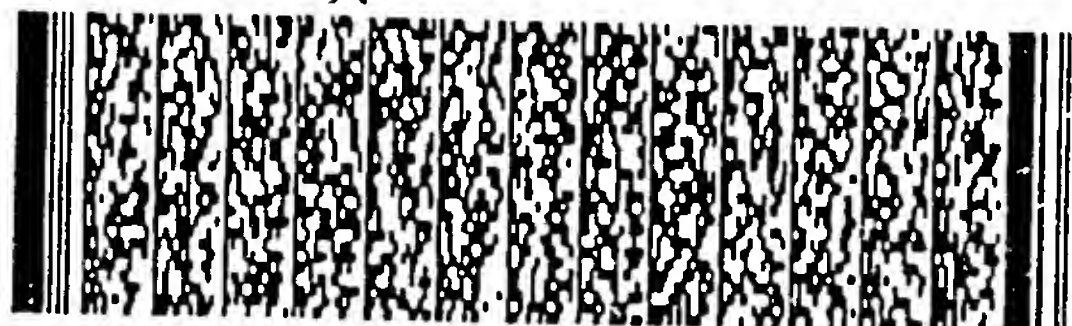
第 12/25 頁



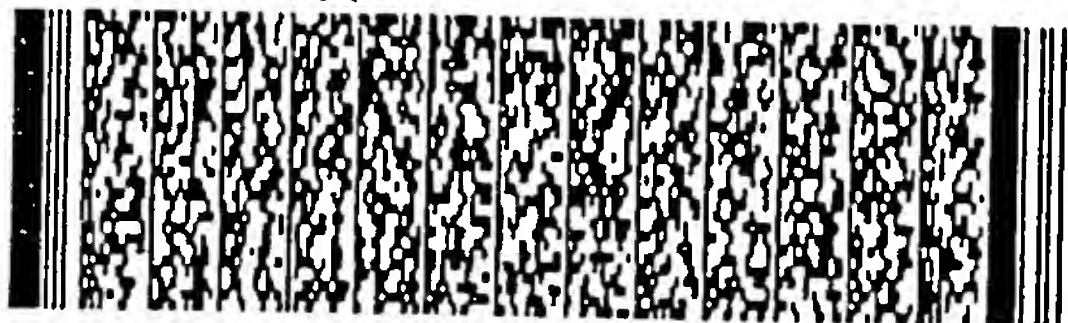
第 12/25 頁



第 13/25 頁



第 13/25 頁



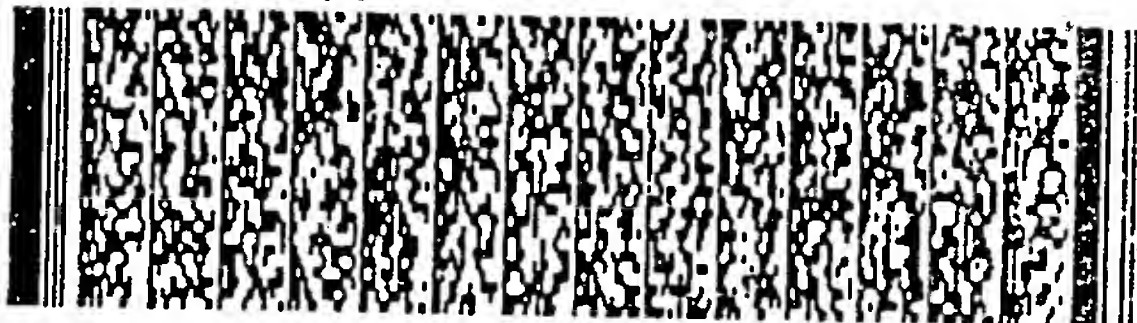
第 14/25 頁



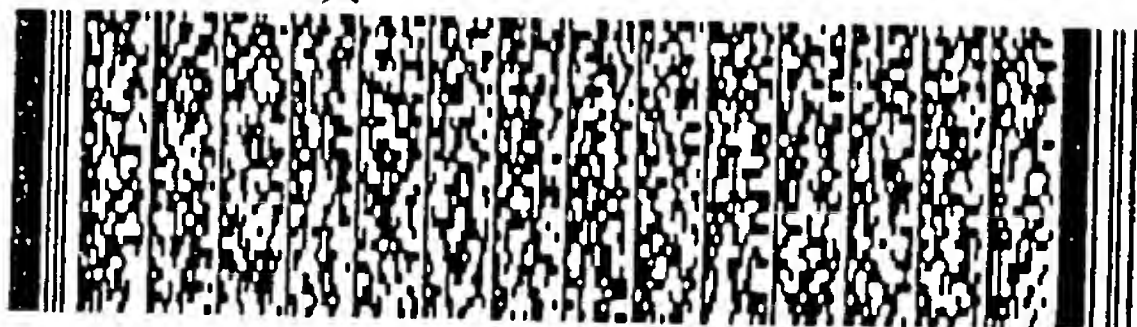
第 14/25 頁



第 15/25 頁



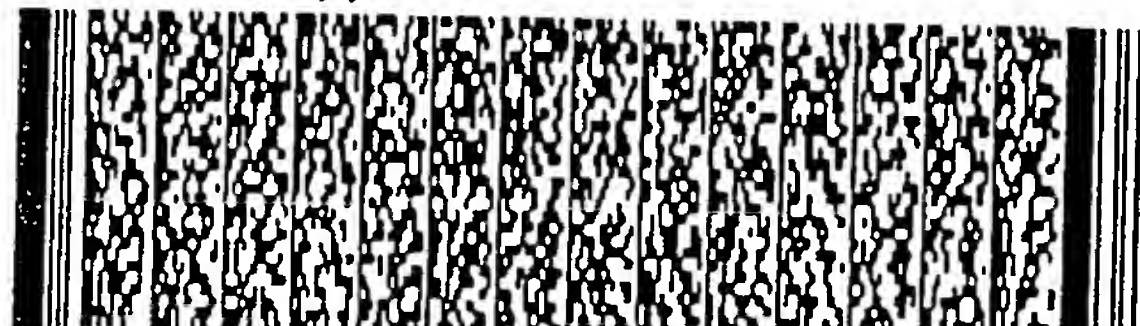
第 15/25 頁



第 16/25 頁



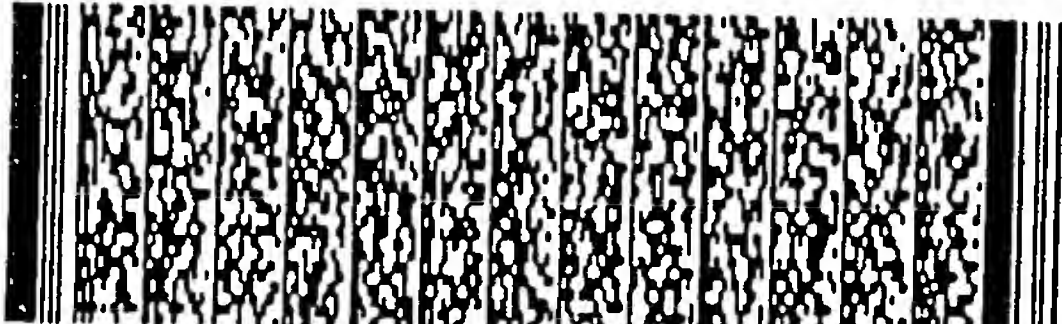
第 16/25 頁



第 17/25 頁



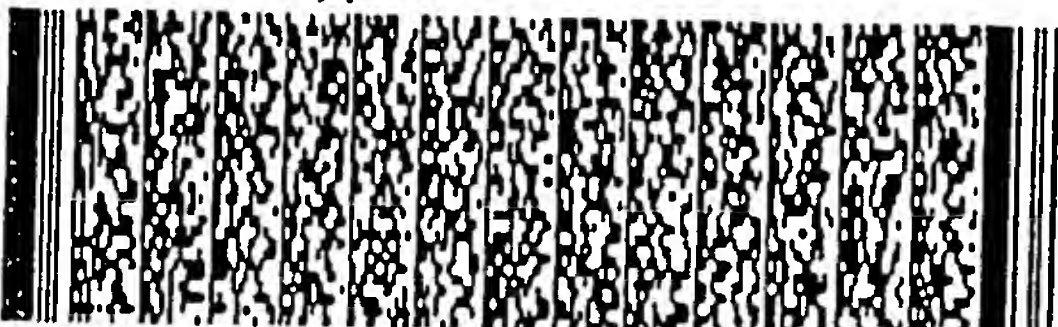
第 17/25 頁



第 18/25 頁



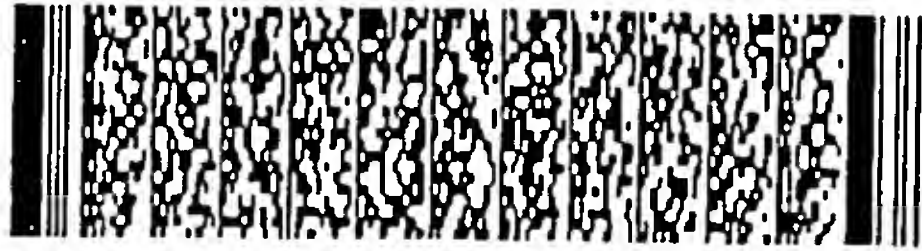
第 18/25 頁



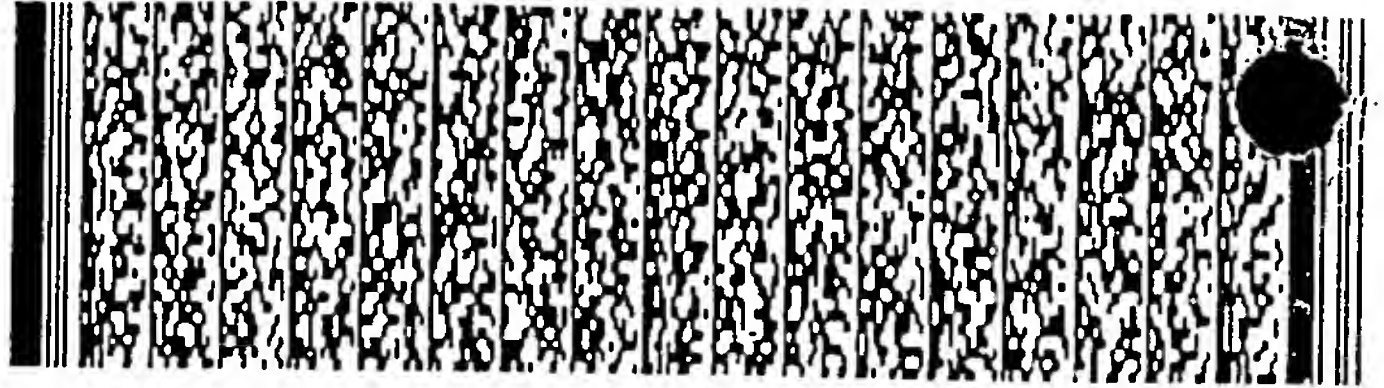
第 19/25 頁



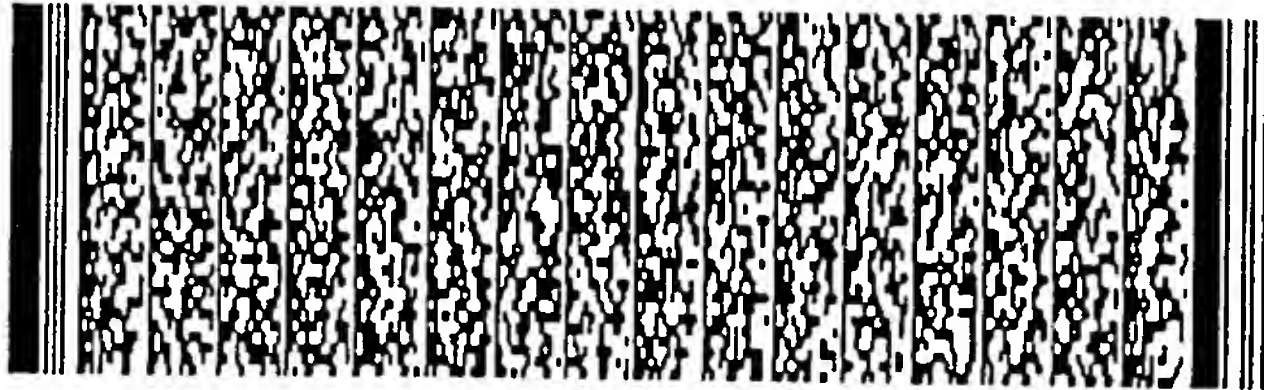
第 20/25 頁



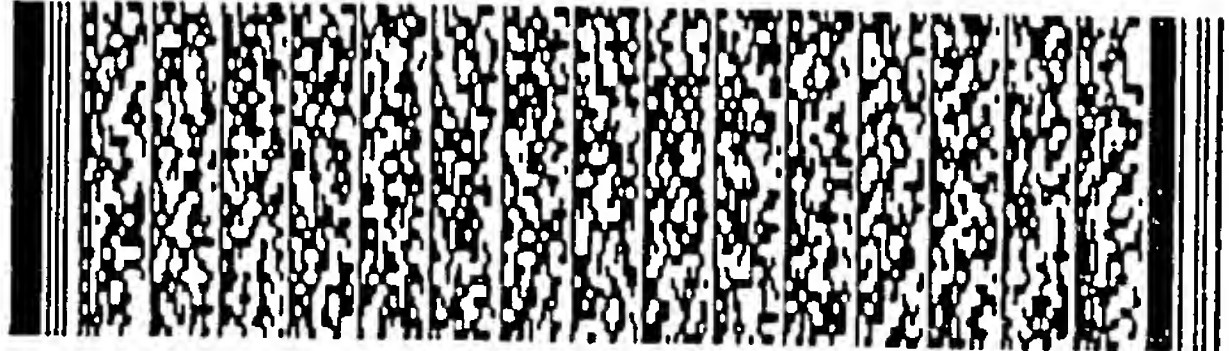
第 21/25 頁



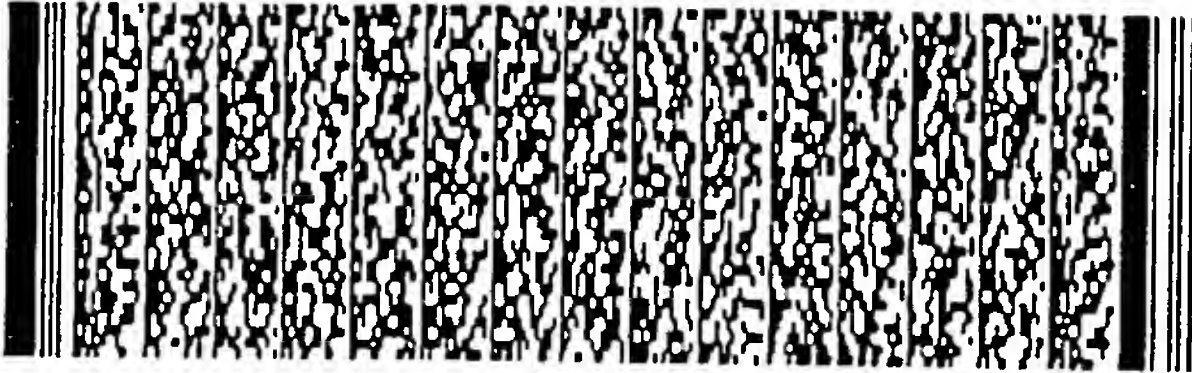
第 22/25 頁



第 23/25 頁



第 24/25 頁



第 25/25 頁

